

# Geophysiker- und Meteorologen-Tagung in Hamburg

## DEUTSCHE GEOPHYSIKALISCHE GESELLSCHAFT METEOROLOGISCHE GESELLSCHAFT IN HAMBURG

Vom 24. bis 30. August 1952 fand in Hamburg eine gemeinsame wissenschaftliche Tagung der Deutschen Geophysikalischen Gesellschaft und der Meteorologischen Gesellschaft in Hamburg statt.

Vom 24. bis 26. 8. 52 tagte die Meteorologische Gesellschaft in Hamburg in den Hörsälen des Museums für Hamburgische Geschichte mit 52 Vorträgen in 10 Fachsitzungen, die zum Teil parallel abgehalten werden mußten.

Am 27. August fand im großen Hörsaal der Hamburger Universität eine Festsitzung statt unter dem Motto: „Geophysikalische Wissenschaften im Dienste der Schifffahrt“.

Am 28. und 29. 8. 52 tagten die Geophysiker in vier Fachsitzungen.

Die Tagung wurde am 30. August mit einer Besichtigungsfahrt zum Erdmagnetischen Observatorium Wingst des Deutschen Hydrographischen Instituts und zum Geophysikalischen Observatorium Harburg-Haake des Geophysikalischen Instituts der Universität Hamburg abgeschlossen.

Die Tagung wurde von 326 Meteorologen und Geophysikern des In- und Auslandes besucht; auch aus der Sowjetischen Besatzungszone waren Kollegen erschienen.

Auf einer Mitgliederversammlung der Meteorologischen Gesellschaft in Hamburg am 26. August wurde Dr. R. Benken dorff (Hamburg) als 1. Vorsitzender gewählt. Der bisherige Vorsitzende, Prof. Dr. Raethjen (Hamburg) wurde satzungsgemäß 2. Vorsitzender. Als Schriftführer wurde Dr. G. Pogade, als Kassenwart J. Staben wiedergewählt.

G. Pogade, Hamburg

### SONNTAG, DER 24. AUGUST 1952

#### Eröffnung der gemeinsamen Tagung

Der 1. Vorsitzende der Meteorologischen Gesellschaft in Hamburg, Prof. Dr. P. Raethjen (Hamburg) eröffnete die Tagung um 9 Uhr. An die Begrüßungsansprachen von Bürgermeister Dr. P. Nevermann (Hamburg), Prof. Dr. L. Weickmann (1. Vorsitzender der Meteorologischen Gesellschaft in Bad Kissingen) und von Geheimrat Prof. Dr. A. Schmauß (München) schloß sich die erste Fachsitzung der Meteorologen an.

#### 1. Fachsitzung der Meteorologen

(vormittags)

Vorsitz: L. Weickmann (Kissingen), H. Flohn (Kissingen).

**R. Scherhag** (Bad Kissingen): Ein Jahr Berliner Hochaufstiege.

Durch den Einsatz eines neuen amerikanischen Radiosondentyps und besonderer Spezialballone ist es der Radiosondenstation in Berlin-Tempelhof erstmalig gelungen, vom 10. Januar 1951 an eine fast vollständige Serie täglicher Stratosphärenaufstiege bis zu Höhen von 40 km durchzuführen. Die bis jetzt vorliegende eineinhalbjährige Reihe zeigt, daß die Temperaturen in diesen Höhen wesentlich niedriger liegen, als es die früheren, auf Grund von Schallbeobachtungen durchgeführten theoretischen Berechnun-



gen vermuten ließen. Im 40-km-Niveau liegt die Mitteltemperatur nämlich noch bei  $-40^{\circ}$ , wobei die jährliche Schwankung allerdings beträchtlich ist und Werten um  $-60^{\circ}$  im Frühwinter solche etwas über  $-30^{\circ}$  im Hochsommer gegenüberstehen. Dabei wehen im Sommer oberhalb von 20 000 Metern ausschließlich östliche Winde von einer mäßigen Geschwindigkeit zwischen 5 und 10 m/sec. Im Winter ist dagegen eine westliche Strömung größerer Stärke vorherrschend, die allerdings auch in der kalten Jahreszeit gelegentlich — in etwa 5 % aller Fälle — durch östliche Winde abgelöst werden kann.

Die stärkste Störung des stratosphärischen Witterungsregimes wurde Ende Februar 1952 beobachtet. Während in diesen Höhen im Sommer nur ganz geringe aperiodische Temperaturschwankungen von wenigen Grad Celsius auftreten, stieg die Temperatur vom 21. zum 23. Februar im 30 000-m-Niveau um mehr als  $40^{\circ}$  an, eine Erwärmung, die sich dann im Laufe einer Woche, mit allerdings rasch abnehmender Amplitude, nach unten durchsetzte, und deren letzte Auswirkung sich am 7. März an der Tropopause verlor, als sich die höheren Schichten schon längst wieder abgekühlt hatten. Als Ursache dieses Phänomens wird eine am Mittag des 22. Februar erfolgte Sonneneruption angesehen, die an diesem Tage kurz nach 14 Uhr einen ausgeprägten Moegel-Dellinger-Effekt hervorrief. Auch andere, schwächer ausgeprägte stratosphärische Erwärmungen zeigen einen Zusammenhang mit solaren Erscheinungen, wobei das Ausmaß der stratosphärischen Temperaturerhöhungen nur in hochreichenden, aus der Arktis über den Polarkreis nach Süden gewanderten Kältepolen erheblich werden kann, weil in diesen arktischen Kaltlufttropfen das Absorptionsvermögen in der hohen Stratosphäre während der Dunkelheit offenbar wesentlich reduziert wird. Für diese Fälle ausgeprägter stratosphärischer Erwärmungen ist ein unmittelbarer Einfluß auch auf die Luftdruckverteilung am Erdboden und damit auf das irdische Wetter nachweisbar.

**M. Bossolasco** (Mailand): Seegang, meteorologische Faktoren und Mikroseismik.

Anhand der laufenden Registrierungen der Meereswellenbewegung bei Genua im Verlaufe fast eines Jahres wird bewiesen, daß dort der Seegang von den isalobarischen Zentren auf dem Meere bestimmt ist. Es wirken die negativen Zentren als Wellenerzeuger, während die positiven isalobarischen Zentren die See-Kalmen hervorrufen. Andere Eigentümlichkeiten des Seeganges wurden erläutert.

Die gleichzeitigen seismischen Registrierungen in Genua erbrachten Elemente zur Deutung der Bodenunruhe, die u. a. ganz deutlich zeigen, daß es Mikroseismen gibt, welche nur und allein durch den Seegang am Strand (als Steilküstenbrandung) erzeugt werden.

**P. Révillon** (Paris): Eine Methode zur Flutwellenvoraussage in Casablanca.

Ein neues Verfahren zur Vorhersage der Flutwelle für die atlantischen Küsten Marokkos wurde beschrieben. Es wurde von Gelci (Service de Physique du Globe et de Météorologie du Maroc) und Beydon (Lieutenant de Vaisseau) entwickelt.

Diese Methode, deren Grundlagen rein empirisch sind, ist ganz unorthodox und steht einigen der herkömmlichen Ansichten in den klassischen Theorien der Flutwelle entgegen.

Der Anwendungsbereich ist auf die Häfen von Marokko beschränkt. Aber unter dieser Voraussetzung sind die Ergebnisse ebenso befriedigend wie diejenigen anderer Methoden der Vorhersage. Die Anwendung ist von außergewöhnlicher Einfachheit.



## 2. Fachsitzung der Meteorologen

(Nachmittags)

Vorsitz: M. Bossolasco (Mailand), R. Benkendorff (Hamburg)

**R. Fjörtoft** (Kopenhagen): Über die Bedeutung der baroklinen Instabilität in der Atmosphäre.

**B. Bolin** (Stockholm): Neuere Arbeiten zur Frage der numerischen Wettervorhersage.

Es wird ein kurzer Überblick über einige Tests der 2-dimensionalen, barotropen Modells gegeben, wie es von Charney und Mitarbeitern entwickelt wurde. Diese Tests wurden letzten Herbst und Frühling von einer Gruppe Meteorologen durchgeführt, die an der Universität Stockholm zusammengekommen waren. Einige der wichtigsten Fehlerquellen der Methode werden aufgezeigt.

Létzthin sind mehrere Versuche gemacht worden, um die numerischen Methoden zu verbessern, indem ein zweiparametrisches Modell anstelle des einparametrischen barotropen Modells angewandt wurde. Solche Methoden sind von Fjörtoft (Kopenhagen), Phillips (Chicago), Eady (London) und Eliassen (Oslo) vorgeschlagen worden. Auf diesem Wege kann die barokline Natur der Atmosphäre in Rechnung gestellt werden. Über einige wenige vorläufige Proberechnungen mit solchen Modellen wurde berichtet. Einige der wichtigsten Probleme, die gelöst werden müssen, bevor systematische 24- oder 48-stündige Vorhersagen gemacht werden können, wurden zusammengefaßt. Es ist die Absicht der Stockholmer Gruppe, derartige vorläufige Untersuchungen anzustellen, bis eine elektronische Rechenmaschine zur Hand ist.

**A. Similä** (Stockholm): Langfristige Prognose als hemisphärisches Problem.

**O. Lönnqvist** (Stockholm): Die Dauer des Sonnenscheins in der oberen Atmosphäre.

Die Sonnenscheindauer, d. h. der Zeitraum von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang, wurde für die gesamte Atmosphäre vom Äquator bis zum Pol und bis zu einer Höhe von 1000 km untersucht. Bekanntlich dauert das Tageslicht an allen Stellen der Erdoberfläche insgesamt genau ein halbes Jahr lang. Am Pol herrscht oberhalb 575 km Höhe permanenter Sonnenschein. Durch graphische Integration ergab sich die jährliche Sonnenscheindauer für andere Punkte eines meridionalen Atmosphärenquerschnittes.

Im allgemeinen wächst die Tageslänge mit der Höhe. Am Äquator beträgt diese Zunahme in Bodennähe etwa  $\frac{1}{50}$  h/km; bei  $70^\circ$  Breite ist sie fast viermal so groß, ändert sich jedoch beträchtlich mit der Jahreszeit. Die allgemeine Folge dieser Tatsache ist eine längere Dauer des Sonnenscheins in höheren Breiten als bei gleichen Höhen in niederen Breiten. Es ist jedoch interessant, daß z. B. für 200 km ein Jahresmaximum nicht am Pol sondern am  $75^\circ$  Breitengrad auftritt. Unterhalb von 200 km rückt das Maximum etwas gegen niedere Breiten, während es sich dem Pol nähert, wenn die Höhe mehr als 200 km beträgt.

Es wurde diskutiert, ob diese Zunahme der Sonnenstrahlung bei hohen Breiten die Ursache für die beobachtete Zunahme der mittleren Temperatur der Stratosphäre mit der Breite ist, welche die westlichen Winde oberhalb der Tropopause generell abnehmen läßt. Ferner wurden andere Effekte erwähnt, welche die abgeleitete mittlere Sonnenscheindauer möglicherweise in der oberen Atmosphäre auslöst.



**H. Flohn** (Bad Kissingen): Die Asymmetrie des Polarwirbels und ihre geophysikalische Bedeutung.

Das Zentrum des nordhemisphärischen troposphärischen Zirkumpolarwirbels liegt im Jahresmittel in rund 75° Breite nordwärts Baffinland; die zugehörigen Anomalien des dreidimensionalen Druckfeldes reichen bis hoch in die Stratosphäre hinauf. Über der Südhalbkugel lassen sich gleichartige Anomalien nachweisen. Die Verteilung der pleistozänen Inlandeisgebiete belegt die Persistenz dieser exzentrischen Asymmetrie für ca.  $10^6$  Jahre; ihre Ursache liegt im Relief der Erde.

Die auffallenden Homologieen zwischen dem atmosphärischen Druckfeld und dem Magnetfeld der Erde legen den Gedanken an einen physikalischen Zusammenhang nahe. Die Arbeitshypothese einer troposphärischen Steuerung der das äußere Magnetfeld erzeugenden Ionosphärenwinde wird diskutiert; sie erklärt die Schiefstellung der magnetischen Achse der Erde gegenüber der Rotationsachse letzten Endes als Folge der jungpliozänen Heraushebung der Gebirge. [Vgl. BER. DT. WETTERD. US-ZONE 38, S. 46.]

## MONTAG, DER 25. AUGUST 1952

### 3a. Fachsitzung der Meteorologen

(Vormittags)

Vorsitz: F. Möller (Frankfurt)

**G. Hollmann** (Hamburg): Entstehung stationärer Hochdruckgebiete, dynamisch und thermodynamisch gesehen.

Für die Entstehung stationärer (ortsfester) Hochdruckgebiete müssen zwei Voraussetzungen erfüllt sein: (1) Dynamische Voraussetzung: Das meridionale Temperaturgefälle muß einen Betrag annehmen, welcher von der Länge der planetarischen Wellen (Rossby'sche Wellen) abhängt und einen gewissen kritischen Wert nicht übersteigt. Diesem Zustand entspricht eine geringe Zonalzirkulation; er kennzeichnet eine Instabilität stationärer planetarischer Wellen. (2) Thermodynamische Voraussetzung: Auf der Ostseite (Westseite) der Rücken (Tröge) muß sich eine Kältequelle (Wärmequelle) befinden. Diese Verteilung von Wärmequellen und -senken führt zu einer Verringerung der Ostwärtsverlagerung der langen Wellen und zum stationären Bodendruckanstieg ostwärts der Höhenrücken (Warmsektor 1. Ordnung) im Bereich der Kältequellen.

Die beiden sich aus der Theorie ergebenden Folgerungen stehen mit der Erfahrung in Übereinstimmung: (1) Der heute als „blocking action“ bezeichnete Übergang von der Zonal- zur Meridionalzirkulation tritt durchweg bei einer Verminderung des meridionalen Temperaturgefälles auf (low zonal index, J. Namias). (2) D. Rex fand eine Häufigkeitsverteilung der blocking action in Abhängigkeit von der geogr. Länge mit Maxima vor den Westküsten Nordamerikas und Europas. Nach F. Albrecht stellen hinsichtlich des Wärmehaushaltes der Atmosphäre der Pazifische und der Atlantische Ozean in mittleren Breiten Wärmequellen, der nordamerikanische und der europäische Kontinent Kältequellen dar. Bei Erfüllung der beiden oben genannten Voraussetzungen ist also im Mittel eine Verstärkung der Rücken bei Annäherung an die Westküsten der Kontinente zu erwarten, welche zum Aufbau stationärer Hochdruckgebiete führt.

Die neue Theorie stellt eine Erweiterung der von Rossby begründeten barotropen Feldtheorie dar. Aufgrund obiger und noch nicht veröffentlichter Ergebnisse gelangt der Vortr. zu der Ansicht, daß der weitaus größte Teil aller synoptisch beobachteten Vorgänge nicht adiabatisch erklärbar ist.



**P. Raethjen** (Hamburg): Die Bedeutung keilförmiger Einschübe für atmosphärische Druckfeldänderungen.

Die Entstehung der nahezu „barotropen“ Hoch- und Tiefdruckgebiete begegnet der großen Schwierigkeit, daß Horizontaldivergenz zwar ein Tiefdruckgebiet, aber gleichzeitig einen antizyklonalen Wirbel, Horizontalkonvergenz zwar ein Hochdruckgebiet aber gleichzeitig einen zyklonalen Wirbel erzeugen. Im anfänglich ausgeglichenen Feld können daher nahezu barotrope Druckfelder mit dem geostrophisch zugehörigen Wirbel nur durch den „Einschub“ (bzw. Rückzug) einer keilförmigen Luftmasse über einer geneigten „Gleitgrenzfläche“ (Auf- oder Abgleitfläche) entstehen. Der Vortrag kennzeichnet zunächst die genannte Schwierigkeit, beschreibt dann den prinzipiellen Vorgang des „Keileinschubs“ in einem Wassermodell, und zieht schließlich atmosphärische Beispiele heran. Vielleicht sind diese Modelle geeignet, die Entstehung und Erhaltung der Front-Gleitflächen zu erklären. Da der bodennahe Reibungswind fortwährend auf die Vernichtung der Druckfelder hinarbeitet, können diese nur durch ihre fortwährende Erzeugung erhalten bleiben. Eine ausführliche Behandlung dieses weitreichenden Problems bringt das z. Zt. im Druck befindliche Buch „Dynamik der Zyklonen“.

**H. K. Meyer** (Bad Kissingen): Die Bedeutung des Vertikalaustausches für das Bodendruckfeld.

Als Arbeitsgrundlage wird die Tatsache verwendet, daß der vertikale Impulsaustausch einen gegebenen Anfangszustand des vertikalen Windgefälles  $\partial V / \partial z$  in dem Sinne verändert, daß als Endzustand  $\partial V / \partial z = 0$  angestrebt wird.

An einem Gedankenversuch, sowie an drei synoptischen Beispielen wird gezeigt, daß durch aufheizungsbedingten Vertikalaustausch unter Kaltlufttropfen am Boden ein Druckfall entsteht, der in der Isallobarenführung die Gestalt der relativen Topographie hat.

Die in diesen Einzelbeispielen erzielten Ergebnisse werden durch eine Statistik bestätigt.

Außer dem durch Aufheizung bedingten Vertikalaustausch spielt der durch Bodenreibung verursachte eine Rolle. Dies wird gezeigt an einem Kaltlufttropfen über einem Bodendruckfeld mit geradlinigen, äquidistanten Isobaren.

In einem idealisierten Modell wird die Wirkung des aufheizungsbedingten Vertikalaustausches in einer Frontalzone demonstriert und auf die synoptische Bedeutung hingewiesen.

Schließlich werden die Wirkungen des Vertikalaustausches und die wesentlichen Eigenschaften der Frontalzyklonen (Warmfront, Kaltfront, Okklusion, Trog) miteinander in Beziehung gebracht.

**E. Kleinschmidt** (Göttingen): Die Neubildung einer Höhenzyklone über Nordamerika.

Vom 6. bis 8. April 1951 trat über Nordamerika eine Umgestaltung der Wetterlage in der bekannten Weise ein, daß sich die kräftige westliche Höhenströmung in eine Trogströmung umwandelte, der Trog sich abschnürte und schließlich zu einem selbständigen Höhentief wurde, während sich im Norden die westliche Strömung wieder herstellte. Zur Aufklärung dieses Vorgangs werden einzelne massenfeste Schichten betrachtet. Da sich bald herausstellte, daß die potentielle Temperatur starken Änderungen unterworfen ist, bleibt als Indikator der Einzelschicht nur die spezifische Feuchte  $q$ . Es werden also die Flächen  $q = \text{const}$  benützt, ihre Belegung mit potentieller Temperatur in Karten von 12stündigem Abstand dargestellt. Verlagert man die Belegung mit dem gemessenen Horizontalwind, so kann man aus



den auftretenden Differenzen die Erwärmung oder Abkühlung der Schicht infolge nicht-adiabatischer Vorgänge entnehmen.

Ergebnis: Bei dem Vorgang treten in der mittleren Troposphäre starke Abkühlungen auf, Größenordnung  $5^{\circ}$  potentieller Temperatur in 12 Stunden. Es scheint, daß die „verantwortliche“ Masse der Höhenzyklone (zwischen 500 und 300 mb liegend) größtenteils dieser Abkühlung ihre Entstehung verdankt, daß also nichts „abgeschnürt“ wird, sondern daß die Abschnürung nur die Erscheinungsform eines ganz anders gearteten Vorganges ist. Eine derartige Abkühlung muß auch nach dem Ertel'schen Wirbelsatz gefordert werden, wenn die Höhenzyklone ohne Mitwirkung des Horizontal-Austausches entstehen soll.

**K. Hinkelmann** (Kissingen): Über den Einflußbereich stratosphärischer und troposphärischer Störungen.

Es wird ein Verfahren mitgeteilt, um aus vorliegenden Topographien die unmittelbare Folgeentwicklung atmosphärischer Felder zu berechnen. Als Ausgangsgrößen dienen die folgenden, aus Topographien zu einem bestimmten Zeitpunkt errechenbaren Größen: (a) Stabilität der Atmosphäre; (b) Vorticity-Advektion; (c) Temperatur-Advektion. Zur Lösung der komplizierten Differentialgleichungen wird ein Relaxationsverfahren angegeben.

Nach diesem Verfahren wurden für punktförmige Störungen in Form punktförmig angenommener Advektionsgrößen erste Integrationen durchgeführt. Die Ergebnisse vermitteln einen Überblick über die durch derartige Diskontinuitäten hervorgerufene zeitliche Änderungen der Topographie innerhalb der folgenden 6 Stunden, über das zugehörige Vertikalgeschwindigkeitsfeld und über die dreidimensionale Reichweite eines von einem Punkt ausgehenden Ausbreitungsvorganges in der Atmosphäre.

### 3b. Fachsitzung der Meteorologen

(Vormittags)

Vorsitz: K. Keil (Kissingen), H. Loßnitzer (Freiburg i.Br.)

**J. T. Duun-Christensen** (Berlin): Modellversuche über Konvektionsströmungen.

In einem allseitig verglasten Trog von 1 m Länge, 50 cm Höhe und nur 15 cm Tiefe wurden mit elektrischen Heizkörpern Konvektionsströmungen erzeugt. Die Abmessungen des Troges waren so gewählt, um eine 2-dimensionale Betrachtung der Strömung zu ermöglichen. Bei den Untersuchungen wurden 3 verschiedene geometrische Formen der Heizfläche verwendet, und zwar ein spitzer Heizkörper, ein abgestumpfter Heizkörper und eine in einem schmalen Streifen in der Mitte geheizte Ebene. Die so durch lokale Heizung am Boden entstehende Konvektionszirkulation wurde mit Spänen eines Kunststoffes der Dichte  $1,05 \text{ gr/cm}^3$  durch seitliche Beleuchtung sichtbar gemacht und fotografiert. Außerdem wurden im stationären Fall an ca. 120 Punkten in der Strömung die Temperaturen gemessen und Isothermenfelder gezeichnet. Das Verfahren erlaubt eine ziemlich genaue Geschwindigkeitsbestimmung in der gesamten Strömung, sodaß auf Grund dessen von den stationären Fällen normierte Stromfelder gezeichnet werden konnten.

Als besondere Merkmale der entstandenen Strömung sind zu nennen:

a) Die Entwicklung zu Beginn der Heizung zeigt zwei Wirbel an den Seiten eines kleinen Strahls, der schnell nach oben wächst, wobei die Wirbel mitwandern, sich vergrößern und schließlich, nachdem die Strömung sich an der Wasseroberfläche nach den Seiten ausgebreitet hat, in die Konvektionszirkulation übergehen.



b) In der stationären Strömung befindet sich in der Mitte über dem Heizkörper ein schmaler, an den Seiten scharf begrenzter Strahl, der sich mit der Höhe annähernd linear verbreitert und die höchsten Geschwindigkeiten des ganzen Feldes enthält. Weiterhin ist eine auffallend kräftige, fast horizontale seitliche Einstromung in den Strahl hinein zu erkennen, die in  $\frac{1}{2}$ — $\frac{2}{3}$  seiner gesamten Länge oberhalb der Heizfläche erfolgt.

c) Diese genannten Merkmale der Strömung sind im nahezu der gleichen Form bei allen drei untersuchten Fällen vorhanden, sie sind also weitgehend von der Gestalt der Heizfläche unabhängig.

**H. Voigts** (Lübeck): Der wetterkundliche Unterricht an Höheren Schulen.

Das Referat ergänzte den Vortrag, der vor zwei Jahren auf der Meteorologentagung in Hamburg gehalten wurde. Zunächst wurde ein kurzer Bericht über die Behandlung der Wetterkunde in den Schullehrbüchern der Physik und Erdkunde erstattet. Dabei wurde festgestellt, daß ein Abschnitt über Wetterkunde im Oberstufenteil einer Reihe von physikalischen Schullehrbüchern fehlt. Hier muß eine Lücke geschlossen werden, da die Meteorologie eine der wichtigsten Disziplinen der Bio-Physik darstellt, für die auch unter den Schülern erhebliches Interesse vorhanden ist.

Darauf folgte das Ergebnis einer Umfrage über die Verwertung meteorologischer Kenntnisse im Staatsexamen für das höhere Lehramt und über die Möglichkeit einer Erwerbung der Lehrbefähigung für Meteorologie als Zusatzfach. Es zeigte sich, daß sich die Lage gegenüber der Zeit vor dem zweiten Weltkrieg verschlechtert hat. Nur in Niedersachsen besteht noch die Möglichkeit. Dagegen kann bei einer Reihe von Prüfungsämtern eine Staatsexamensarbeit dem Bereich der Meteorologie entnommen werden.

Den Abschluß bildete ein kurzes Unterrichtsbeispiel zum Thema „Die Meteorologie im biologischen Unterricht“. An Hand der Erarbeitung einer phänologischen Klimatologie auf der Oberstufe wurde gezeigt, daß hier etwas vorliegt, was auch den Biologielehrer stark interessiert. Gleichzeitig ergeben sich einige Gesichtspunkte, die agrarmeteorologisch interessant sind.

**K. Metzler** (Oldenburg): Raumklimatische Untersuchungen und der Einfluß von Wetter und Raumklima auf den arbeitenden Menschen.

Untersuchungen über Raumtemperatur und Raumfeuchtigkeit in je zwei gleichen Klassenräumen zweier Oldenburger Schulen mit verschiedener Orientierung ergab, daß während der Zeit zwischen Sommer- und Herbstferien, der Südraum zwischen 10.30 und 20 Uhr, der Westraum zwischen 17.30 und 20 Uhr eine vorgegebene „Behaglichkeitsgrenze“ überschreitet, während der Ostraum während der ganzen Zeit behaglich bleibt.

Daraus und aus Einzeluntersuchungen muß gefolgert werden, daß für Arbeiten, besonders in Schul- und Büroräumen, die nach Westen und Süden orientierten ungünstiger sind, als die nach Osten oder Norden.

Bei Neubauten kann durch systematische Zusammenarbeit zwischen Architekt und Meteorologen, diese Erkenntnis durchgesetzt werden. Bei vorhandenen Bauten läßt sich nur durch Angleichen der zu leistenden Arbeit an die raumklimatischen Verhältnisse eine Fehlleistung ausschalten. Es wird gefordert, daß, besonders beim Schulunterricht, an ausgesprochen schwülen Tagen ein Arbeitspensum ausgewählt wird, daß an die verminderte Leistungsfähigkeit dieser Zeit und in diesen Räumen angepaßt ist.

**H. Berg** (Köln): Mikrometeorologische Messungen am Rande von Wasserflächen.

An einer Reihe von heißen Tagen der Jahre 1947 und 1952 wurden in Köln Temperatur- und Feuchtigkeitsmessungen bis 1,50 m Höhe am Ufer



eines Sees und eines Flusses durchgeführt. Oberhalb 50 cm Höhe ergaben sich keine Temperaturunterschiede zwischen dem ufernahen Wasser- und Landgebiet. Im Bereich des Mikroklimas wird tagsüber bei auflandigem Wind die kühle Seeluft über die an der Uferböschung klebende bodennahe überhitzte Luft hinaufgeschoben; bei ablandigem Wind wird die heiße Landluft über die kühle Wasserluft geschoben. Es bildet sich dabei ein Schmidt'scher Böenkopf aus, der aber nicht stationär ist. Es reißen vielmehr einzelne Luftquanten ab und gleichen sich der fremden Umgebung rasch an. Nachts sind die Verhältnisse umgekehrt. Eine quasi-permanente Zirkulation entsprechend einem großräumigen Land- und Seewind bildet sich nicht aus. Der Luftaustausch zwischen Land- und Wasserfläche vollzieht sich statt dessen durch rhythmische Ablösung einzelner Luftzellen.

**J. Engler** (Düsseldorf): Grundbemerkungen zur Methodik der Mittel- und Langfristvorhersage.

Nach Behandlung der Begriffsbildung in der Wissenschaft wurde der Begriff als notwendiges Arbeitshilfsmittel herausgestellt. Von den Begriffen her stellen sich zwangsläufig Denkgewohnheiten ein, die jedoch falsch sind, wenn der Begriff nicht als Arbeitshilfe, sondern als Axiom gewertet wird. Es wurde die unterschiedliche Methodik bei verschiedenen Zweigen der Naturwissenschaften präzisiert und am Beispiel der Physik, der Medizin und der Meteorologie dargelegt.

Nach diesen einleitenden Gedanken wurden gebräuchliche Begriffe der Meteorologie auf falsche Denkgewohnheiten hin untersucht. Als solche wurden herausgestellt: (1) die Vormachtstellung des Druckes; (2) der fiktive Charakter des Begriffes Wetterlage und Großwetterlage; (3) die Annahme von Regelmäßigkeiten im zeitlichen Ablauf oder in der jährlichen Wiederkehr, insbesondere die „Normalentwicklung“ eines Jahres.

Aus dieser Sicht heraus wurden die gebräuchlichsten Methoden der Mittel- und Langfristvorhersage von heute kritisch betrachtet, und es wurde die Frage gestellt nach einer Methodik, welche die angeführten Fehler zu vermeiden sucht.

#### 4a. Fachsitzung der Meteorologen

(Nachmittags)

Vorsitz: P. Raethjen (Hamburg), R. Scherhag (Kissingen)

**Chr. Junge** (Frankfurt a.M.): Zur Dynamik des atmosphärischen Aerosols.

Unter Heranziehung aller verfügbaren optischen und luftelektrischen Größen ergibt sich das folgende Bild vom Aufbau und von der Veränderung des atmosphärischen Aerosols:

1. Aufgrund der engen Beziehung zwischen dem Wellenlängengang der Dunstextinktion und dem Exponenten der Potenzverteilung des Aerosols läßt sich zeigen, daß im optisch wirksamen Gebiet im Großen gesehen stets das  $R^3$ -Gesetz erfüllt ist.

2. Aufgrund theoretischer Betrachtungen werden Werte für das Verhältnis „Gesamtkernzahl : Zahl der geladenen Kerne“ sowie für den Anlagungskoeffizienten der Kleinionen an die Kerne berechnet. Hiermit läßt sich aus dem umfangreichen luftelektrischen Beobachtungsmaterial der Gang zwischen Kernzahl und mittlerer Kerngröße bestimmen. Es ergeben sich allgemein gültige Gesetzmäßigkeiten, welche durch die Koagulationsvorgänge quantitativ deutbar sind.

3. Die Messungen der Kerngrößenverteilung auf der Zugspitze geben Aufschluß über Veränderungen der Aerosole mit der Höhe. Hier ist es der überwiegende Einfluß der Kondensationsvorgänge, der das Verhalten der



Aerosole bestimmt. Es wurde erstmals unter Zuhilfenahme von Ionen-zählungen das gesamte Kernspektrum meßtechnisch erfaßt.

4. Zum Schluß wurden noch luftchemische Fragen diskutiert und versucht, ein Bild über die Verteilung der Spurenstoffe auf die Teilchengröße zu gewinnen.

**Ingrid Reineke** (Kissingen): Fronten in der Stratosphäre?

Es ist am Zentralamt in Kissingen üblich, bei der Zeichnung der Stratosphärenkarten von dem Kompensationsgesetz Gebrauch zu machen, das zwischen Tropo- und Stratosphäre besteht, um eine größere Genauigkeit der Höhenkarten zu erreichen. Danach wird die Stratosphäre immer bemüht sein, die troposphärischen Druckzentren abzuschwächen bzw. gar aufzulösen in eine weitgehend geradlinige Strömung. Wir haben daher über einem hochreichenden Tiefdruckgebiet eine warme Stratosphäre, über einem Hoch eine entsprechend kalte zu erwarten. Scherhag hat dieses Kompensationsgesetz bereits eingehend an dem Kriegsmaterial bearbeitet und ist, indem er die relative Topographie 96/225 mb zu der Höhe der 225 mb-Fläche in Verbindung gesetzt hat, zu einem Maß gekommen, das uns auf einfache Art zeigt, inwieweit die zu erwartende Kompensation erfüllt ist bzw. wie groß die auftretenden Abweichungen sind.

Beim täglichen Zeichnen dieser Abweichungskarten zeigt sich nun, daß es Zeiten gibt, in denen die Stratosphäre unabhängig von dem troposphärischen Verhalten ein völliges Eigenleben führt. Normalerweise ziehen die Abweichungsgebiete innerhalb der stratosphärischen Drift und erreichen dabei umso größere Geschwindigkeiten, je einheitlicher die Strömungsrichtung zwischen Tropo- und Stratosphäre ist. Die höchsten Zuggeschwindigkeiten liegen bei 50 km/h. Im Gegensatz dazu zeigen sich aber Fälle, bei denen einmal die Abweichungsgebiete tagelang ein stationäres Verhalten aufweisen unabhängig von der herrschenden Strömung, während zum anderen ein sprunghaft anmutender Wechsel auftritt. Als Beispiel wurde die Lage Ende Februar 1952 diskutiert, bei der die Frage auftaucht, ob man das 10 Tage anhaltende Nebeneinanderlagern zweier Luftmassen mit Temperaturunterschieden von mehr als 20° innerhalb einer geradlinigen Strömung frontal deuten soll.

**O. Essenwanger** (Kissingen): Statistische Untersuchungen über die Verlagerung von Höhenträgen und -rücken.

Aus einer Aufstellung über Tröge und Rücken der 500-mb-Fläche längs 55°N für den Zeitraum Dezember 1948 bis November 1951 wurden Mittelwerte der Verlagerungsgeschwindigkeit, der Wellenlänge  $L$ , der Amplitude und der Asymmetrie der Tröge und Rücken berechnet. Für den gleichen Zeitraum wurde die Zonalgeschwindigkeit  $U$  für 55°N bestimmt. Auf Grund einer statistischen Untersuchung mittels Lochkarten werden die Beziehungen zwischen den einzelnen Größen festgelegt. Dabei ergibt sich, daß die Rossby-Formel

$$c = U - \beta L^2 / 4\pi^2$$

erweitert werden muß, da auch die Asymmetrie sowie die Amplitude auf die Verlagerungsgeschwindigkeit  $c$  einen Einfluß haben. Tröge und Rücken mit westlicher Asymmetrie wandern schnell, mit östlicher Asymmetrie dagegen langsam, kleine Amplitude bewirkt Beschleunigung, hohe Amplitude Verzögerung. Wahrscheinlich existiert eine Wellenlänge, bei der bevorzugt ein Blocking-Effekt auftritt.

**W. Dammann** (Hamburg): Beitrag zur Klimatologie der Tiefdruckgebiete und Fronten.

Bei der Beschreibung und Klassifikation der Klimate sind die Erscheinungen der Witterung und des Witterungswechsels, obwohl bioklimatisch



von höchster Bedeutung, am schwierigsten statistisch zu erfassen. Auf dem Wege dorthin wurde die Verbreitung und klimatische Abhängigkeit der Tiefdruckgebiete und Fronten auf der Nordhalbkugel nach den Unterlagen der vom US Weather Bureau herausgegebenen Historical und Synoptic Weather Maps untersucht. Gegenüber den bekannten Karten der mittleren Druckverteilung scheint die geographische und statistische Betrachtung der Einzelglieder der atmosphärischen Zirkulation eine bessere Handhabe für die Witterungsklimatologie zu bieten. Insbesondere tritt hierbei die Abhängigkeit der Zirkulation von der Erdoberflächengestaltung deutlicher als bei den Mittelwertskarten hervor.

**H. J. Bullig** (Hamburg): Untersuchungen über die Passate im Nord- und Südatlantik (1906—1939).

Anhand von über 200 000 Beobachtungen über See zwischen den Kapverden und Recife wurde gezeigt, daß Wechselbeziehungen zwischen Anomalien der Entwicklung des Nordostpassats, des Südostpassats und der Zirkulation der gemäßigten Breiten bestehen, und daß seit 1906 systematische Änderungen der Passatrichtungen im entgegengesetzten Sinne des Uhrzeigers stattgefunden haben.

**M. Rodewald** (Hamburg): Meteorologische Ergebnisse einer 1½jährigen Statistik der 10 nordatlantischen Wetterschiffe.

Seit November 1950 wurden alle aufgenommenen Funkboje der nordatlantischen Wetterschiffe statistisch bearbeitet. Es wird, im Hinblick auf die rezente Zirkulations- und Klimaschwankung, die Fragestellung behandelt: Wie sah es in den bisher erfaßten 20 Monaten XI 50 bis VI 52 hinsichtlich der Abweichungen von den Normalwerten auf dem Nordatlantik aus? Die für die Wetterschiffe gebildeten Normalwerte sind zwar noch mehr oder minder unsicher, doch ergeben sich folgende diskutabile Anomalien und Beziehungen: Eine quasistationäre Abweichung von der atmosphärischen „Normalzirkulation“, gekennzeichnet durch zu tiefen Luftdruck ( $-1,5$  mb) vor Nordwesteuropa, zu hohen ( $+3$  mb) in der Davisstraße und wiederum zu tiefen ( $-1,5$  mb) vor der Ostküste der USA. Eine quasistationäre positive Abweichung der Wassertemperatur ( $+2^{\circ}$ ) an der Flanke des Golfstroms (Wetterschiff D in  $44^{\circ}$  N,  $41^{\circ}$  W), entsprechend der hochgradigen Abschwächung der Westwindzirkulation im Bereich Neufundland, eine ebensolche negative ( $-0,6$  und  $-0,3^{\circ}$ ) bei den beiden Wetterschiffen in etwa  $53^{\circ}$  N, entsprechend übernormalen nordwestlichen Winden. Im Mittel aller 10 Wetterschiffe und 20 Monate war das Oberflächenwasser  $0,43^{\circ}$  zu warm, die Lufttemperatur (fraglicher)  $0,82^{\circ}$  zu hoch, die mittlere Windstärke im östlichen Nordatlantik etwa 10 bis 25 % höher als normal.

#### 4b. Fachsitzung der Meteorologen

(Nachmittags)

Vorsitz: F. Steinhauser (Wien), H. Voigts (Lübeck)

**F. X. Beck** (Hamburg): Versuche mit der Rauchkammer.

Es wurden 3 Versuche durchgeführt: (1) In einer Rauchschicht, Heizung durch Taschenlampen-Birne, bildet sich ein Rauchdom aus, der in Pulsation gerät. — (2) Versuch wie zu (1), daneben aber Kältequelle aus Trockeneis; der Rauch sammelt sich über der Wärmequelle und strömt in der Höhe zur Kältequelle zurück. — (3) Versuch wie zu (2) mit zusätzlicher Kältequelle über der Heizung (labiler Zustand der Atmosphäre); der Rauchdom bildet sich nicht aus, einzelne Rauchsclieren steigen auf, dann fällt kühlere Luft nach unten. Die Zirkulation stellt sich nur langsam ein.



**R. Reidat (Hamburg):** Nutzung der Lochkarten für die Bearbeitung von Klimaunterlagen.

Der Vorteil des Lochkartensystems besteht darin, daß neben reinen Häufigkeitsauszählungen und Mittelbildungen auch die Beziehungen der einzelnen Wetterelemente zueinander rasch aufgezeigt werden können. Am Beispiel einer Lochkartenauswertung der Klimareihe von Münster wird die Verknüpfung der Windrichtung mit Temperatur, Dampfdruck, Bewölkung und Niederschlag gezeigt. Bei einer Bearbeitung synoptischer Beobachtungen aus dem Rheinland sind die Meldungen mehrerer Stationen über Hilfskarten miteinander gekoppelt und zur Beurteilung des Ruhrgebietsinflusses auf die Sicht in der Kölner Bucht ausgewertet worden.

**H. Reifferscheid (Darmstadt):** Zum Keimgehalt der Luft.

Wie Temperatur- und Feuchtegehalt eines Luftkörpers gehört auch das Aerosol zu seinen weitgehend persistenten und charakteristischen Eigenschaften. Sein biologischer Anteil, das sog. „Luftplankton“ umfaßt nicht allein den Blüten- und Pollenstaub, den die Luft in den überströmten Gebieten aufgenommen hat, sondern ist darüber hinaus mehr oder weniger angereichert mit Bakterien und Sporenbildnern. Er schwankt mit Ursprung und Lebensgeschichte der Luftmassen.

Es liegt deshalb der Gedanke nahe, für bioklimatische Untersuchungen auch den Keimgehalt der Luft heranzuziehen. Andererseits bestimmen die unterschiedlichen Quellen und Lebensbedingungen, denen die Bakterien innerhalb unserer Siedlungsräume und Wohnungen auch klimatisch ausgesetzt sind, ihren prozentualen Volumanteil und ihre Verbreitung. — Die Kenntnis dieser Zusammenhänge ist ein Erfordernis der Hygiene. Auch hängt von ihr die wirksame Anwendung von Luftentseuchungsmethoden ab.

Es wurde ein Überblick über die bisher zu Keimgehaltsbestimmungen konstruierten Apparate gegeben und die spezielle Untersuchungsmethodik erörtert. Abschließend wurden einige neuere Ergebnisse mitgeteilt.

**H. Schirmer (Kissingen):** Über die räumliche Struktur der Niederschlagsverteilung.

Die in den Tageskarten des Niederschlags häufig gefundenen Streifen höherer Niederschlagssummen, die weitgehend von der Orographie unabhängig zu sein scheinen, wurden nach ihrer räumlichen Häufung untersucht. Zu dem Zwecke erhielten alle derartigen Streifen die Einzeichnung einer Kammlinie entlang der höchsten Werte. Für die Sommermonate der Jahre 1947—1949 erfolgte die Zusammenzeichnung aller Kammlinien höherer Niederschlagssummen und ihre Zusammenfassung zu Zonen, jedoch noch nach Jahren getrennt. Die ganze Arbeitsmethodik läßt sich näherungsweise mit den Zugstraßen der Tiefdruckgebiete nach van Bebbler vergleichen.

Diese Zonen höherer Niederschlagssummen, gebildet aus 202 Tageskarten des Niederschlags, ordnen sich im Raum Mittelfranken an besonderen Stellen, ohne daß eine orographische Deutung für die meisten Gebiete sofort möglich wäre. Da die Kammlinien nur nach den relativen Unterschieden der Niederschlagssummen gebildet wurden, konnte nicht im voraus angenommen werden, daß sich diese Zonen in den mittleren Verteilungskarten des Niederschlags wiederfinden lassen würden. Umso erstaunlicher ist es, daß sich damit in der Karte der mittleren Jahressummen des Niederschlags (mm), Zeitraum 1891—1930, manche Isohyetenformen, für die bisher keine Deutung möglich schien, erklären lassen. So entsteht z. B. im Maintal zwischen Schweinfurt und Ochsenfurt die Ausbildung von 2 getrennten Trockengebieten dadurch, daß im Raum um Volkach häufig Niederschlagsstreifen das Maintal von Westen nach Osten überqueren.

Diese Zonen werfen ferner ein neues Licht auf die Stauvorgänge an den Höhenzügen. Nach den bisherigen Ansichten weist ein einheitliches Gebirge



eine weitgehend gleiche Niederschlagsspende durch Stauvorgänge auf. Zu diesen Effekten tritt aber nach der Untersuchung noch ein Stau von Niederschlagsstreifen auf bestimmte Teile des Gebirges, da diese Streifen weitgehend bestimmte Bahnen bevorzugen. Beide Erscheinungen reichen dann aus, um die höheren mittleren Niederschlagssummen dieser Teile zu erklären, was bisher nicht möglich war.

Die geringe Übereinstimmung mit der Mittelkarte der Monate Mai/August (1891—1930) läßt den Schluß zu, daß sich diese Niederschlagsstreifen vorwiegend in der anderen Jahreshälfte in derartigen Zonen anordnen müssen, um die bemerkenswerten Bindungen zur Jahreskarte zu erreichen.

**R. Weise (Würzburg):** Über ein einfaches Hilfsmittel zum Taunachweis und seine praktischen Anwendungsmöglichkeiten.

Das von Kopp (Darmstadt) eingeführte Regentropfenbilder-Papier kann auch zum Nachweis des Taus benutzt werden.

Auf ein mäßig glattes, gut geleimtes, mittelstarkes, weißes Schreibpapier wird mit einem Schraffurblock oder mit einem einfachen Tintenstift ein gleichmäßig dünner Farbstoffbelag aufgerieben. Als waagerechte Rolle ausgelegt, scheidet dieses Papier Tau aus, welcher den aufgeriebenen Tintenstift-Farbstoff auflöst und damit die Papierfasern deutlich erkennbar einfärbt. Die Färbung bleibt auch nach Abtrocknen des Taus bestehen und gibt mit der Breite ihres Bandes und mit ihrer Beschaffenheit — nicht mit der Stärke ihres Farbtones — ein Maß, die Stärke des Taus zu schätzen.

Es wurde über Erfahrungen mit diesem Taupapier, das bereits auf geringen Taufall anspricht, und über einige Beispiele seiner praktischen Anwendungsmöglichkeiten berichtet.

**R. Holzapfel (Kissingen):** Über Häufigkeit und Eigenschaften der Tropopausentypen.

Bei den Radiosondenaufstiegen in Berlin, Erlangen und München wird seit 1.1.50 außer Druck, Temperatur und Höhe der Tropopause auch der Typ nach den Vorschriften des Met.Off.London angegeben und auf Lochkarten übertragen. Von den Aufstiegen um 03h und 15h GMT der drei Stationen aus den Jahren 1950 u. 1951 liegen insgesamt 4380 Tropopausen-Angaben vor, das sind für das Winterhalbjahr 81%, für das Sommerhalbjahr 91% der möglichen. Die Mittelwerte zeigt Tab. I.

Typ	rel. Häufigkeit [%]			mittl. Höhe [gpm]			mittl. Temperatur [—°C]		
	W	S	J	W	S	J	W	S	J
0	54	61	57	1072	1128	1103	61,3	57,9	59,4
1	16	12	14	1015	1119	1064	58,2	55,4	56,9
2	11	10	11	1001	1132	1068	57,2	55,1	56,1
3	19	17	18	1002	1101	1052	57,2	55,3	56,3
	100	100	100	1042	1123	1085	59,6	56,9	58,1

Tab. I: Relative Häufigkeit, mittlere Höhe und Temperatur der Tropopausentypen. Mittelwerte der US-Zone 1950/1951. W=Winter, S=Sommer, J=Jahr.

Die Auswertung für die Stationen im einzelnen ergab auch einige regionale Unterschiede. Viele unterstützen die bisherigen Anschauungen. Der häufigste Typ 0, eine markante Inversion, nimmt an rel. Häufigkeit von Norden nach Süden ab; Typ 2, Übergang mit geringer werdenden Gradienten, und Typ 3, multiple Tropopause, nehmen hingegen zu. Typ 1, Isothermie, ist ungefähr gleich häufig. Insgesamt und in allen Typen liegt die



Tropopause im Süden höher und ist kälter als im Norden. Der Temperaturgradient in den obersten 5 bis 6 km beträgt sowohl regional als auch typenmäßig allerwärts mit nur geringen Abweichungen rund  $0,7^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ .

Nach einer Betrachtung der Häufigkeitsverteilung der Tropopausen-Temperatur wurde auf den großen Wert des umfangreichen Radiosondenmaterials für die Erweiterung der Kenntnisse von den Zuständen und den Vorgängen in der Atmosphäre hingewiesen.

**F. X. Beck** (Hamburg): Tages- und Jahresgang des Windes an einer tropischen Küstenstation.

Es wurde versucht, dreimal tägliche Windbeobachtungen einer tropischen Station auf den 24stündlichen Gang von Richtung und Geschwindigkeit zu beziehen, um Ansatzpunkte zur Kritik afrikanischer Windbeobachtungen zu gewinnen. Als Unterlage dienten Daten für Daressalam, die seit 1895 (monatl. Stundenmitt. d. Geschw.) bzw. seit 1902 (stundenw. Auszählung d. Richt., lückenhaft) in „Mitt. a. d. dt. Schutzgeb.“ veröffentlicht worden sind. Sie wurden für zusammenhängende, lückenlose Reihen zu Isoplethen verarbeitet und mit den ebenfalls — in extenso — gedruckten Terminwerten verglichen. Sie gestatten Luftversetzungen zu berechnen und für 10 Jahre darzustellen.

Daressalam gehört dem Regime des Südostpassates — Nordostmonsuns der ostafr. Küste an. Im Höhepunkt der Passatzeit (Sept.—Okt.): um 15/16 Uhr ein Seewindmax. von 7 m/sec; nachts SW-(Land-)Wind mit 2,5 m/sec, der um 08 Uhr ein Min. von 2 m/sec erreicht; bis 09 Uhr Windsprung von Land auf See (daher sind die späteren engl. 09-Uhr-Termine unbrauchbar). Während des NO-Monsuns steht NO (für die Stunden nach Mitternacht N) den ganzen Tag durch, gegen 18 Uhr Maximum von 5 m/sec, nachts Rückgang nur auf 3 m/sec. Das zweite Regenmaximum (Dezember) weist sich danach eindeutig als „Monsunregen“ aus, während die Hauptregenzeit mit dem Höhepunkt im April zwar verhältnismäßig beständige Land- und Seewinde, aber nur Gipfelwerte von 3,5 m/sec bringt. Durch Zusammenstellung von Wind-Isoplethen mit Temperatur und Dampfdruckdefizit wurde geprüft, ob die Winde dieses Sektors noch Teile der großräumigen Strömung sind. Eine Zusammenstellung der monatlichen virtuellen Windwege über 10 Jahre hinweg vermittelt einen Einblick, wie der Passat und der Monsun in einzelnen Jahren aufgetreten sind.

## **DIENSTAG, DER 26. AUGUST 1952**

### **5a. Fachsitzung der Meteorologen**

(Vormittags)

Vorsitz: A. Defant (Innsbruck), H. Seilkopf (Hamburg)

**W. van der Bijl** (De Bilt): Die Genauigkeit des monatlichen Windvektors und deren Einfluß auf die Untersuchungen Gallé's.

Alle 155 Schiffsbeobachtungen im Gebiet 15 bis  $25^{\circ}\text{N}$ , 20 bis  $25^{\circ}\text{W}$  des Monats Januar 1929 wurden zweimal auf Zufallsweise in zwei Hälften geteilt. Jedesmal war der Unterschied zwischen den beiden Windvektormitteln beträchtlich. Die Genauigkeit des Gesamtmittels ist etwa 0,4 Beaufort.

P. H. Gallé fand eine Beziehung zwischen der Stärke des Nordostpassats im Gebiet 15 bis  $25^{\circ}\text{N}$ , 25 bis  $45^{\circ}\text{W}$  im Sommer und der Temperatur des



nachfolgenden Winters in Mitteleuropa. Die von ihm benutzten Mittel des Windes zeigen jährliche Differenzen von etwa 0,5 Beaufort, also von derselben Größenordnung wie ihre Genauigkeit. Die Bedeutung der Gallé'schen Korrelation wird damit sehr beeinträchtigt.

**F. Meincke** (Hamburg): Meteorologische Erfahrungen auf der Südamerikareise des Frachtsegelschiffes PAMIR.

Mit der Wiederindienststellung der Segelschiffe Pamir und Passat wurde vom Meteorologischen Amt für Nordwestdeutschland auf beiden 4-Mast-Barken je ein Meteorologe eingeschifft. Ihre Aufgaben umfaßten den Beobachtungsdienst, den synoptischen Bordwetterdienst und die meteorologische Beratung der Schiffsführung neben der Einweisung der Schiffsoffiziere und Jungen in die Wetterkunde und die Durchführung von Sonderuntersuchungen zu maritim-meteorologischen Problemen.

Inanbetracht der Besonderheiten der Segelschiffe und ihrer wetterabhängigen Routen konnten beim Beobachten und Messen des Ganges meteorologischer Elemente—bei gleichzeitiger Kenntnis der jeweilig herrschenden Wetterlage — wertvolle Ergebnisse zusammengetragen werden, die auf interessante Zusammenhänge geophysikalischer Prozesse auf dem freien Ozean hinweisen.

In einer Skizze der Pamir-Reise wurden einige Erfahrungen aus den Gebieten der Thermodynamik und der allgemeinen Zirkulation mitgeteilt, die in Kaltfronten und Kaltluft-Tropfen, in Küstengebieten mit auflandigen Winden, in den Passaten und beim Durchsegeln der innertropischen Front gewonnen wurden.

**H. Walden** (Hamburg): Temperaturbeobachtungen auf den Segelschiffen PASSAT und PAMIR sowie Folgerungen für die Berechnung des Wärmehaushalts Ozean-Atmosphäre.

An Hand von 1480 Vergleichsmessungen zwischen den Lufttemperaturen in Luv und den Temperaturen in der schiffseigenen Hütte, die im Jahre 1952 auf den Segelschiffen Passat und Pamir angestellt wurden, wird zunächst der Einfluß der Strahlung bei Bordbeobachtungen behandelt. Der Tagesgang der Temperatur- und Feuchtedifferenz Hütte minus Luv wird für verschiedene Hütten- und Schiffsbestrahlungen untersucht. Die Wirkungen der Sonnenbestrahlung und der Ventilation der Hütte bei unterschiedlichen scheinbaren Winden werden gegen einander abgewogen. Es kann als sicher gelten, daß die älteren Temperaturbeobachtungen auch auf Dampfern mit ähnlichen Verfälschungen behaftet sind. Diese Fehler sind in die „Climatic Charts des US Weather Bureaus“ von 1938 zum großen Teil mit eingegangen. Die Berechnungen des Energieaustausches zwischen Meeresoberfläche und Atmosphäre von W. C. Jacobs, der die „Climatic Charts“ als Unterlage benutzte, bedürfen daher besonders im Gebiete des östlichen Atlantischen Ozeans einer nicht unerheblichen Korrektur.

**E. Kuhlbrodt** (Hamburg) Hochtroposphärische Winde über dem tropischen Atlantik.

Aus der statistischen Bearbeitung der für das atlantische Gebiet zwischen 20°N- und 30°S-Breite aus früheren Zeiten bis Ende 1937 vorhandenen Höhenwindmessungen von Schiffen aus wurden die für die obere Troposphäre und die Tropopausenschicht gefundenen Ergebnisse, auf Grund der für 5°-Felder bestimmten mittleren Windvektoren, behandelt. Es standen über diesem Seegebiet z. B. für die Höhenstufe 14 bis 15 km 179, für 16 bis 17 km 112, für 18 bis 19 km noch 49 gemessene Windwerte zur Ver-

fügung. Die sich in typischer Schichtung als Glieder der allgemeinen Zirkulation ergebenden Höhenströmungen — Urpasat, hochtroposphärische Westströmung (Antipassat), Oberpassat — wurden nach räumlicher Anordnung und Ausbildung sowie nach jahreszeitlicher Änderung und nach regionalen Unterschieden besprochen, soweit nach dem bisherigen Befund möglich.

**F. Wippermann** (Mainz): Versuch einer quantitativen Ermittlung der Wärmequellen und -senken in einer rotationssymmetrischen Zirkulation.

Wärmequellen und -senken in der Atmosphäre lassen sich sowohl aus ihren Ursachen (Kondensation, Strahlung, Wärmeleitung usw.) als auch aus ihren Wirkungen, nämlich aus den durch sie erzeugten Strömungsfeldern, ermitteln. Bei dem letzten Weg ließ sich im Falle einer stationären Zonalzirkulation eine Differentialgleichung für die Wärmequellen aufstellen, in der sämtliche Koeffizienten nur noch vom Strömungsfeld selbst abhängen. Zur numerischen Auswertung wurden aus den Daten eines mittleren Meridianschnittes (Winter) die Koeffizienten berechnet und Lösungen mittels des Charakteristikenverfahrens gewonnen. Die Ergebnisse wurden diskutiert.

**U. Czapski** (Stockholm): Über den „cutoff“-Vorgang und die Wiederherstellung der Viererdruckfelder.

Aus der statistischen Verwertung der aerologischen Karten, insbesondere der absoluten Topographie der 500 mb-Fläche, für Europa aus den Jahren 1942 bis 1944 und 1949 bis 1950 wird ein kinematisches Schema des „cut off“-Vorgangs entworfen, wie er sich über Europa sehr häufig darstellt. Die wesentlichen Züge dieses Ablaufs lassen sich, unter Annahme der 500 mb-Fläche als eines einer quasi-barotropen Atmosphäre äquivalenten Niveaus (Charney und Eliassen), als Konsequenz von „Rossby-Wellen“ (Rossby u. Mitarb. 1939) auffassen, die infolge von Scherung in der Grundströmung und der Breitenabhängigkeit des Coriolis-Parameters verschiedene Wellenlängen auf einem Längenzirkel aufweisen. Außerdem wird gezeigt, wie der dargestellte „cut off“-Zyklus immer wieder zur Herstellung von „Viererdruckfeldern“ (nach Raethjen) führt, die als wesentlich für den Charakter der Westwindgürtel angesehen werden können. Es werden auch Beziehungen zu anderen Phänomenen der allgemeinen Zirkulation aufgezeigt.

**W. R. Swinne** (Berlin): Eiskristalle und ihr Zusammenhang mit dem Kristallwachstum.

Es wird über die verschiedenen Formen der Eiskristalle berichtet, die eine eingehende Erforschung durch U. Nakaya u. Mitarb. und neuerdings durch V. J. Schaefer gefunden haben. Es wurde an mehreren Beispielen ihre eindeutige Verwandtschaft mit dem allgemeinen Kristallwachstum gezeigt; ob ein Zusammenhang mit den modernen theoretischen (W.K. Burton, N. Cabrera und F.C. Frank; H.E. Buckley) und experimentellen Erklärungen des Kristallwachstums vorhanden ist, wird als noch nicht gelöst behandelt. [Ausführl. Ber. d. Vortr. erscheint in ANN. MET.]

## 5b. Fachsitzung der Meteorologen

(Vormittags)

Vorsitz: E. Kleinschmidt (Hamburg), R. Schulze (Hamburg)

**J. Georgi** (Hamburg): Bemerkungen über meteorologische Strahlungsmessungen.

Der Zahlenwert der Solarkonstante (z. B.  $1,94 \text{ cal/cm}^2 \cdot \text{min}$  für die Energie des Strahlungsstromes der Sonne, bei mittlerer Sonnenentfernung an



der Grenze der Atmosphäre senkrecht auftreffend) besteht aus zwei verschiedenen Anteilen: (1) gemessene solare Intensität im zugänglichen Wellenlängenbereich von etwa 0,35 bis 2,4  $\mu$  bei verschiedenen Sonnenhöhen nach Extrapolation auf Luftmasse Null; (2) Schätzung des jenseits dieser Grenzen liegenden UV- und UR-Anteils, der im Sonnenspektrum vorhanden ist und nicht bis auf den Grund des Lufozeans durchdringt. Die Schätzung des zweiten Anteiles lag zu Beginn des Jahrhunderts bei etwa 1 % des Gesamtwertes und ist heute auf 6,5 bis 8,2 %, entsprechend 0,12 bis 0,15 cal cm<sup>2</sup>·min angewachsen.

Es wurde zur Diskussion gestellt, ob es nicht sinnvoll wäre, als  $I_0$  den von den geschätzten UV- und UR-Korrekturen befreiten Zahlenwert zu verwenden. Man könnte auf diese Weise eine „meteorologische Solar-konstante“ mit einem wahrscheinlichen Wert von 1,80 cal/cm<sup>2</sup>·min unterscheiden von der „astrophysikalischen“ S.K. mit 1,94 cal/cm<sup>2</sup>·min.

### **H. Loßnitzer** (Freiburg): Zur Spektralphotometrie des Himmelslichtes.

Die spektralphotometrische und polarimetrische Analyse des Luftlichts ermöglicht wichtige Schlüsse auf die Trübungsverhältnisse der Atmosphäre, besonders auf die räumliche und Größenverteilung des atmosphärischen Aerosols. Farb- und Polarisationsfilter in Verbindung mit Sperrschicht-photoelementen genügen in erster Annäherung, um bei einfacher Handhabung den Trübungscharakter durch Farbwerte und Polarisationsgrad weitergehend zu kennzeichnen, als dies durch Extinktionsmessungen an der direkten Sonnenstrahlung allein möglich ist. Sie ermöglichen auch schon synoptische Vergleiche. Solche Werte, in Verbindung mit den aus pyrheliometrischen Messungen abgeleiteten (Linke'schen) Trübungsfaktoren, aus Messungen über vier Jahre in Freiburg sowie in letzter Zeit gleichzeitige Messungen des Feldbergobservatoriums zeigen die Brauchbarkeit der Methodik. Sie beweisen aber gleichzeitig auch den großen Einfluß der Wetterlage, insbesondere der vertikalen Feuchte- und Temperaturverteilung mit den aus ihnen folgenden Vertikalbewegungen, welche durch Quellung und Entquellung des Aerosols Intensität, Polarisation und Farbwert des Zenithimmelslichts viel stärker und in verschiedener Weise betreffen als die pyrheliometrischen Trübungsfaktoren und damit eine selbständige Bedeutung haben. Für genauere Analysen finden Photokathoden mit Sekundärelektronen-vervielfacher (Dr. Maurer) und Metallinterferenzfilter (Zeiß) Verwendung, besonders auch, um die Messungen in das nahe Ultrarot auszudehnen, zunächst wenigstens auf die Wasserdampfbanden. Messungen im Ultrarot dürften auch für die Wolkenphysik zunehmende Bedeutung gewinnen, im fernen Ultrarot auch für die Bestimmung der Temperatur- und Druckverhältnisse in sonst nicht leicht zugänglichen höheren Atmosphärenschichten (Ozonbande bei 9,6  $\mu$ ; Arbeiten von Adel) und deren laufende Überwachung mit nichtaerologischen Methoden.

### **R. Fleischer** (Hamburg): Strahlungssummen-Zählung.

In der Strahlungsmeteorologie wird in der Mehrzahl der Fälle die Stunden- oder Tagessumme der Globalstrahlung durch Planimetrieren der von der Intensitätskurve und der Nulllinie umschriebenen Fläche bestimmt. Die Vorbereitung des Registrierstreifens, das ist die geradlinige Verbindung zeitlich aufeinanderfolgender Punkte, kann vor allem an wechselbewölkten Tagen zu erheblichen Schwierigkeiten führen. Um diesen zu begegnen, hat sich das Observatorium Fuhlsbüttel um die Entwicklung und um den Einsatz automatischer Strahlungssummenzähler bemüht. Die verwendeten Zählmethoden sind folgende: (1) Direkte Gleichstromzählung mittels eines empfindlichen Gleichstrom-Milliamperestunden-Zählers; (2) Überführen eines

dem Meßwert proportionalen Galvanometerausschlages in eine diesem proportionale Strecke; (3) Überführen eines dem Meßwert proportionalen Galvanometerausschlages in eine diesem proportionale Zeit.

Zur Zeit wird in Fuhlsbüttel mit Methode (1) und (3) gezählt. Mit letzterer in zwei Ausführungen, a) mit Drehspul-Zeiger-Galvanometer (Schlagbügel) und b) mit Drehspul-Spiegel-Galvanometer. Mit letzterem ist eine größere Empfindlichkeit zu erreichen. Tagessummen, die mit diesen Strahlungssummenzählern gezählt worden sind, werden mit Tagessummen, die durch Planimetrieren von Intensitätskurven gewonnen worden sind, verglichen. Die Übereinstimmung ist unter Berücksichtigung, daß die Fehler beider Methoden in den Vergleich eingehen, befriedigend.

### **L. Foitzik (Berlin): Sichtmeßgeräte.**

Jedes praktische Sichtmeßverfahren beruht bisher auf der Bestimmung des Durchlaßgrades der getrübbten Luft. Die Leistungsfähigkeit von Tages-sichtmessern (Meßstrecke = Entfernung des Sichtzieles) übersteigt nicht diejenige definierter Sichtgradschätzungen. Da sich überdies derartige Instrumente nicht zu Registriergeräten ausbauen lassen, kommt ihnen keine nennenswerte praktische Bedeutung zu.

Bei Sichtregistrargeräten wird der Durchlaßgrad der Luft längs einer festen Meßstrecke unmittelbar mit einem gerichteten Lichtstrahl gemessen. Die Meßgenauigkeit hängt von der „Normsichtweite“ ab, der Meßbereich beträgt das 1- bis 40fache der Meßstrecke, wenn eine mindestens 10%ige Genauigkeit der Normsichtweite erzielt werden soll.

Bei allen bisherigen Sichtregistrargeräten wird ein modulierter Lichtstrahl, der eine Luftstrecke von einigen 100 Metern doppelt durchläuft, mit derjenigen eines gleichartig modulierten Vergleichsstrahls mittels einer Nullmethode verglichen. Nichtbeachtung störender Einflüsse, insbesondere des Einflusses des Tageslichts, ist die Ursache der völlig unbrauchbaren Ergebnisse der anfänglich gebauten Instrumente gewesen.

Es wurde der Aufbau eines neuen Sichtscreibers dargelegt, von dem zwei Exemplare seit längerer Zeit — das eine seit zwei Jahren — ununterbrochen die Normsichtweite registrieren. Dabei wurden einige konstruktive Einzelheiten besprochen, deren Einhaltung sich als erforderlich herausgestellt hat. Anhand einiger Registrierkurven wurde die Leistungsfähigkeit der Geräte deutlich.

### **W. Schulze (Flensburg): Zur Feuchtemessung in der freien Atmosphäre mit dem gewalzten Haar.**

Die äußerst große Trägheit der bisher in der Haarhygrometrie verwandten Haare konnte Frankenberger durch Auswalzen der Haare (Vergrößerung des Verhältnisses Oberfläche zum Volumen) erheblich herabsetzen. Aus Radiosondenmessungen mit diesem gewalzten Haar, die seit Februar 51 im Bereich d. Met. Amtes f. NW-Deutschland durchgeführt werden, wurde der Trägheitskoeffizient in seiner Abhängigkeit von der relativen Feuchte bis zu Temperaturen von  $-60^{\circ}\text{C}$  ermittelt. Bis etwa  $-10^{\circ}\text{C}$  ist er unabhängig von der relativen Feuchte. Erst ab  $-55^{\circ}\text{C}$  und mittleren rel. Feuchten wird das gewalzte Haar reaktionsunfähig, während beim ungewalzten Haar Reaktionsunfähigkeit bereits bei  $-10^{\circ}\text{C}$  und beim Feuchtemeßelement der brit. Sonde (Gold beater's skin) bei  $20^{\circ}\text{C}$  einsetzt. Seine Trägheit ist bis  $-20^{\circ}\text{C}$  gleich der eines 0,2 mm dicken Bimetalls mit den Abmessungen  $2,2 \times 6,7$  cm.

An einer Reihe von Beispielen kann gezeigt werden, daß nur mit dem gewalzten Haar verlässliche Feuchtemessungen in der freien Atmosphäre durchzuführen sind. Die Feuchteverhältnisse in der unteren und mittleren Troposphäre sind exakt meßbar. Die nicht linearen Änderungen der rel.



Feuchte bei Ab- und Aufgleitvorgängen werden jetzt eindeutig angezeigt. Der wesentliche Fortschritt wurde aber für Messungen der rel. Feuchte in der oberen Troposphäre und Stratosphäre erzielt, da aus diesen Schichten bisher kaum verwendbare Angaben über den atmosphärischen Wasserdampf zu erhalten waren. Die mit der Dynamik in diesen Höhen verbundenen rel. Feuchteänderungen sind auch bei sehr tiefen Temperaturen zu erfassen. In manchen Fällen sind sie für Strömungsvorgänge ein besseres Kriterium als die Temperatur. Die Tropopause erweist sich als äußerst starke Sprungschicht für den atmosphärischen Wasserdampfgehalt. Die größte Trockenheit setzt immer unmittelbar über der Tropopause ein, darüber bleibt die Feuchte im Rahmen der Meßgenauigkeit konstant. Der Übergang zu stratosphärischen Wasserdampfverhältnissen gestaltet sich in jedem Falle plötzlich, während sich oft der Übergang zu den stratosphärischen Temperaturen allmählich vollzieht. In solchen Fällen kann nur nach dem Feuchteverlauf die Tropopause festgelegt werden.

### 6a. Fachsitzung der Meteorologen

(Nachmittags)

Vorsitz: O. Dinkelacker (Tübingen), H. Israël (Buchau)

**E. Frankenberger** (Hamburg): Über Vertikalwinde in der untersten Atmosphäre.

Die Kenntnis von der Größe und Häufigkeit vertikaler Windkomponenten ist nicht nur für die meteorologische Austauschforschung sondern auch für technische Probleme von Interesse.

Von der Forschungsabteilung des meteorologischen Amtes für Nordwestdeutschland wurde in Quickborn/Holst. ein neuer Vertikalwindmesser konstruiert, der sich sowohl für kurzzeitige Feinstrukturmessungen als auch für eine laufende Überwachung des Turbulenzzustandes der unteren Atmosphäre eignet. Mit Unterstützung der Wasser- und Schifffahrtsdirektion Hamburg wurden zwei Geräte gebaut und gleichzeitig in 10 und 72 m Höhe betrieben.

Auf Grund der Quickborner Registrierungen wurden Daten mitgeteilt über die Größe der turbulenten Vertikalgeschwindigkeiten in beiden Höhen und ihre Beziehungen zur Stärke des Horizontalwindes und der Temperaturschichtung, über das mittlere Verhältnis zwischen den Größtwerten, dem quadratischen Mittelwert und dem Mittelwert der absoluten Beträge und über die mittlere Andauer von Vertikalwinden gleicher Richtung, bzw. genähert über die mittlere horizontale Erstreckung einheitlich vertikal bewegter Luftquanten. Es wurde kurz auf die Vertikalgeschwindigkeiten der Luft bei besonderen Wettererscheinungen eingegangen.

**K. Brocks** (Hamburg): Austauschprobleme über dem Meer.

Der Einfluß der Temperaturschichtung auf die Austauschverhältnisse in den unteren Dekametern der Atmosphäre wird kurz erörtert. Seine Bedeutung für die charakteristischen Parameter der Höhenfunktionen der meteorologischen Elemente (Schubspannungsgeschwindigkeit, Rauigkeitsparameter, Verdunstungskoeffizient) und damit für die Bestimmung der Verdunstung, der Schubkraft des Windes (Wellenentstehung, Triftstrom, Stau), den Wärmeübergang Ozean-Atmosphäre, die Strahlenbrechung usw. wird skizziert.

Es wird betont, daß eine Deutung der Beobachtungen vom Standpunkt der Prandtl'schen Theorie des turbulenten Austausches, welche die Temperaturschichtung nicht berücksichtigt, leicht zu Fehlschlüssen führt, und auf die Lettau'sche Theorie der nicht-isotropen Turbulenz hingewiesen, die ohne Berücksichtigung der Konvektion aufgestellt wurde.

Das Ergebnis einer Bearbeitung der vorhandenen Beobachtungen der Wasserdampfschichtung über dem Meer (200 Meßreihen, die Wüst (Ostsee), Montgomery (Atlantik) und Sverdrup (Pazifik) veröffentlichten) wird vorgelegt, die unter Berücksichtigung der erwähnten Gesichtspunkte vorgenommen wurde.

Der Verdunstungskoeffizient (und damit auch der — nach Lettau — fiktive Rauigkeitsparameter „ $z_0$ “) zeigt dasselbe Verhalten, das bereits aus einer Bearbeitung der Temperaturschichtung in der Unterschicht der Atmosphäre über dem Festland gefolgert werden kann (in Übereinstimmung mit der Lettau'schen Theorie):

Starker Einfluß der Temperaturschichtung bei schwachen, geringer bei starken Winden im Sinne einer Vergrößerung des Verdunstungskoeffizienten (und damit auch der fiktiven Rauigkeit) bei unteradiabatischen und einer Verkleinerung bei überadiabatischen Temperaturgradienten.

Ferner zeigt sich eine ausgeprägte Abhängigkeit des wahren Rauigkeitsparameters  $z_0$  der Meeresoberfläche (nur ableitbar bei fehlender Temperaturschichtung) vom Wind im Sinne einer kontinuierlichen Zunahme mit wachsender Windgeschwindigkeit von Werten, die einer hydrodynamisch glatten Fläche entsprechen, bei geringen bis zu Bruchteilen eines Zentimeters und mehr bei großen Windgeschwindigkeiten.

Eine kritische Windgeschwindigkeit (mit hydrodynamisch glatter Meeresoberfläche bei schwächerem Wind und rauher Meeresoberfläche konstanter Rauigkeit bei stärkerem Wind) kann aus dem Material nicht gefolgert werden.

Auf die — wegen der Bedeutung dieser Fragen — dringende Notwendigkeit einer Vermehrung des Beobachtungsmaterials über See mit verschiedenen Meßmethoden wird hingewiesen.

**H. Wichmann (Hamburg): Strömungsvorgänge in Gewitterwolken.**

**W. Hesse (Leipzig): Meteorologische Einflüsse bei der Pflanzentranspiration.**

## **6b. Fachsitzung der Meteorologen**

(Nachmittags)

Vorsitz: E. Kuhlbrodt (Hamburg), H. Berg (Köln)

**E. Prager (Hamburg): Bemerkungen zur Frage des Niederschlages über See.**

Die Frage des Niederschlages über See ist noch ungelöst, da ein brauchbares, ausreichend dichtes Netz von Beobachtungen auf See noch nicht vorliegt. Man muß also versuchen, entweder Häufigkeitszahlen mit den Beobachtungen von Inseln zu vereinen oder Beobachtungen von See (z. B. von Feuerschiffen) zu den Messungen von Küstenstationen in Beziehung zu setzen, um Regelwerte zu bekommen.

Es wurden die Niederschlagsmessungen von vier deutschen Feuerschiffen denen von 22 deutschen und holländischen Küstenstationen gegenübergestellt. Verarbeitet wurden die Werte aus den Jahren 1948, 1949, 1950. Es wurden Karten des Monatsmittels der Niederschlagsmenge, der Niederschlagshäufigkeit und des mittleren Monatsmaximums entworfen, einmal für das Jahr gemittelt, zum andern nach Winter und Sommer getrennt.

Als Ergebnis zeigt sich, daß der Reibungseinfluß der Küste immer über den thermischen dominiert, daß die Niederschlagsmenge über See nach dieser Untersuchung etwa 67 % der Menge über Land beträgt, daß die Nieder-



schlagsmenge an der Küste sprunghaft zunimmt, im Winter erheblich mehr als im Sommer, und daß im Winter ein Maximum der Niederschlagsmenge direkt an der Küste liegt, im Sommer nicht. Es ergibt sich ferner, daß man nicht irgendeine Niederschlagsreihe über See zu irgendeiner beliebigen Küstenstation in Beziehung setzen darf und daß die Werte der Niederschlagshäufigkeit nicht ohne weiteres und allein für die Beurteilung der Menge verwendet werden dürfen, da sie ganz anders verteilt sind.

**E. Höller (Hamburg): Neue Untersuchungen zur Laderaum-Meteorologie.**

Organische Güter aus den Tropen kommen häufig durch Feuchtigkeitsniederschläge im Schiffsladeraum (Schweißbildung) beschädigt im Zielhafen an. Die Schweißbildung ist ein meteorologisches, das Verhalten der Ladung allgemein ein biologisches Problem; Ingenieur und Nautiker brauchen und fordern Unterlagen für wirtschaftlich tragbare Verbesserungen in der Ausrüstung der Schiffe und in der Ladungspflege. Nach einem Anstoß der Deutschen Seewarte 1924 und Untersuchungen von Nautikern erfolgten 1934/35 Forschungsfahrten, deren Meßergebnisse heute bearbeitet werden. Ein schwerer Ladungsschaden 1950 gab Veranlassung zur Neuaufnahme der Arbeit, die am Anfang steht. Die in- und ausländische Literatur wird ausgewertet, neue Instrumente und Meßmethoden werden entwickelt, die biologischen Fragen bearbeitet. Eine Meteorologie der Schiffsfahrtswege entsteht. Neben der Großzahl der gut verlaufenden Transporte erfolgen immer wieder Ladungsschäden, die in extremen, der Schiffsleitung vorher nicht bekannten Temperaturabläufen in Luft und Wasser auf der Reiseroute begründet sind. Praktische Messungen auf fahrenden Schiffen sollen das Klima der Laderäume erforschen. Eine zu erstellende Lüftungslehre und eine laufende Unterweisung werden dem Nautiker die Gefahrenzonen auf dem Ozean sowie ihre Änderungen nach Raum, Zeit und Intensität zeigen und ihm helfen, rechtzeitig Maßnahmen zur Schweißverhütung zu treffen, zumindest aber Fehler zu vermeiden.

**H. G. Macht (Kiel): Meteorologisch-physikalische Grundlagen der Belüftung und Klimasteuerung von Schiffsladeräumen.**

Der zeitliche Vorgang der Lufterneuerung und die hiervon abhängigen Temperatur- und absoluten Feuchtigkeitsänderungen im (leeren) Schiffsladeraum unter der Einwirkung einer konstanten — natürlichen oder künstlichen — Belüftung lassen sich theoretisch durch einfache Exponentialfunktionen darstellen. Hingegen gestalten sich die Änderungen der relativen Feuchtigkeit (RF) durch Mischungseffekte — zwischenzeitliche RF-Überhöhungen, evtl. mit Übersättigung oder Kondensation! — allgemein etwas verwickelter. Durch dunkle Wärmestrahlung und Einflüsse organisch-aktiver Ladungen (Wärmeübergang, Dampfdruckgleichgewicht) erfahren die meteorologisch-physikalischen Vorgänge im Schiffsladeraum praktisch weitere Komplikationen, die bei ungünstigen äußeren Bedingungen (polare Kaltluft-Einbrüche, Durchfahren kalter Meeresströmungen) zu unerwünschter RF-Zunahme, vielfach zu Kondensationserscheinungen und damit zu erheblichen Ladungsschäden sowie schweren Gefahren (Selbstentzündung!) führen können. Durch eine meteorologisch-physikalisch sinnvolle, möglichst zentral gesteuerte Raumbelüftung lassen sich derartige Kondensations- oder „Schweißschäden“ weitgehend vermeiden.

**P. R. Brown (London): Die Luftfeuchtigkeit über dem Meer. (In deutscher Sprache von Dr. Brogmus, Hamburg, verlesen.)**

Die statistische Verarbeitung von Feuchtigkeitsmessungen auf See ist für eine Reihe von Problemen wie Energieaustausch zwischen Ozean und

Atmosphäre, Ausbreitung der Radarwellen, Schiffsladeraummeteorologie von Bedeutung. In der Maritimen Abteilung des Meteorological Office, London, sind daher zunächst aus den langjährigen Messungen der trockenen und feuchten Lufttemperatur an Bord von britischen „ausgewählten“ Handelsschiffen monatliche Mittelwerte der relativen Luftfeuchtigkeit für 2°-Felder gewisser ausgewählter Marsden-Quadrate unter Benutzung von Lochkarten berechnet worden.

Zur Kontrolle ihrer Zuverlässigkeit wurden ferner die Feuchtigkeitsbeobachtungen der Handelsschiffe aus einem bestimmten Seegebiet des Nordatlantik mit entsprechenden Messungen von Fachkräften auf dem dort stationierten Ozeanwetterschiff Jig verglichen. Hierzu wurden jeweils Monatsmittel des Dampfdrucks sowie monatliche Median- und Minimalwerte der relativen Feuchte sowohl für Handelsschiffe als auch für das Ozeanwetterschiff gebildet, wobei die Handelsschiffsmessungen viele Jahre, die Wetterschiffsmessungen jedoch nur 3 Jahre umfassen. Es ergibt sich eine gute Übereinstimmung, sodaß die zugrundeliegenden Werte als zuverlässig erscheinen.

Im jährlichen Gang weist der mittlere Dampfdruck sowohl bei den Handelsschiffs- als auch bei den Wetterschiffsmessungen neben dem Hauptmaximum im August ein zweites Maximum im März und ein zweites Minimum im April auf. Dieses läßt sich durch den größeren Anteil der Nordwestwinde im April gegenüber dem Vormonat erklären.

Die mittleren monatlichen Dampfdruckwerte zeigen einen engen Zusammenhang mit den entsprechenden Mittelwerten des aus der Wasseroberflächentemperatur berechneten Sättigungsdampfdruckes.

## MITTWOCH, DER 27. AUGUST 1952

### Festsitzung

Die Festsitzung fand im großen Hörsaal der Universität statt und wurde vom 2. Vorsitzenden der Deutschen Geophysikalischen Gesellschaft, Dr. G. Böhnecke (Präs. d. Dt. Hydrographischen Inst., Hamburg) um 09 Uhr eröffnet. Nach einer Ansprache von Ministerialdir. Dr. K. Schubert (Bundesverkehrsministerium, Abt. Seeverkehr) wurden zwei Festvorträge gehalten. Hiernach fand ein Empfang durch den Senat der Hansestadt Hamburg im Rathaus statt.

**A. Defant** (Innsbruck): Die geophysikalischen Wissenschaften im Dienste der Schifffahrt.

Die Bedeutung der geophysikalischen Wissenschaften für den derzeitigen Stand unserer Zivilisation, für Wirtschaft und Staat ist in den letzten Jahrzehnten immer mehr gewachsen. Der einmaligen raschen Entwicklung und Ausbreitung der Geophysik, die sich mit der Erforschung der physikalischen Eigenschaften der Erde und mit den verwickelten Vorgängen, die sich auf ihr abspielen, beschäftigt, ist eine intensive praktische Auswertung ihrer Ergebnisse für viele Zweige der menschlichen Wirtschaft gefolgt, die ihre Wichtigkeit noch wesentlich gesteigert hat. Der Vortragende hat in zahlreichen Beispielen zeigen können, wie die geophysikalischen Wissenschaften die Grundlage für eine rationelle ökonomische Gestaltung und Sicherung



des Seeverkehrs gewähren, wie sie für die Probleme des Küstenschutzes, des Hafenbaues und des Seekartenwesens ebenso unentbehrlich sind, wie für die Förderung der Fischerei. Die Fortschritte der Meteorologie und Synoptik, unsere vertieften Kenntnisse auf dem großen Gebiet der Ozeanographie, der geophysikalischen Akustik und Optik in Verbindung mit Erdmagnetismus, Echolot, Radar u. a. sind unentbehrliche Hilfsmittel jeder fortschrittlichen Schifffahrt geworden. Der Nutzen, den die geophysikalischen Wissenschaften der Schifffahrt gewähren, steigern sich von Tag zu Tag, und es ist heutzutage eine reine Unmöglichkeit, sich eine geregelte Schifffahrt ohne jene hydrographischen und meteorologischen Institutionen zu denken, denen es obliegt, die Errungenschaften dieser Wissenszweige in praktischer Form in die Dienste der Schifffahrt zu stellen. Die überaus enge Verflechtung mit allen Zweigen der Seewirtschaft und des Seeverkehrs macht die Pflege der geophysikalischen Wissenschaft notwendig für Wirtschaft und Staat.

**H. U. Roll (Hamburg):** Von der Initialwelle bis zur Sturmsee. Methoden und Ergebnisse der modernen Seegangsforschung.

Praktische Erfordernisse haben der Meereswellenforschung im letzten Jahrzehnt starke Impulse erteilt. Als bisheriges Ergebnis können wir die Lösung oder Förderung zahlreicher Probleme buchen, die für Schifffahrt, Schiffbau und Küstenerhaltung von Bedeutung sind.

An Hand von Wellenaufnahmen werden zunächst die Struktureigentümlichkeiten der Meereswellen beleuchtet. Nach einer zusammenfassenden Darstellung der neuzeitlichen Seegangs-Meßmethoden folgt eine Betrachtung über Entstehung und Ausbreitung der Meereswellen in Abhängigkeit von Windgeschwindigkeit, wirksamer Windbahn, Winddauer und Dünungslaufstrecke. Hierbei werden Ergebnisse einer neuen Statistik der Wellenbeobachtungen atlantischer Wetterschiffe und deutscher Feuerschiffe besprochen. Ein Exkurs über die Theorien der Wellenentstehung und -ausbreitung leitet über zu einer Beschreibung und kritischen Wertung der in den USA gebräuchlichen Methoden der Vorausberechnung von Windsee, Dünung und Brandung, insbesondere der von Sverdrup und Munk entwickelten. Den Beschluß bildet eine Darstellung der Wellenumgestaltung in Küstennähe. Die Vorgänge der Brandung, Beugung und Brechung sowie die wellenbedingten Strömungen im Küstenvorfeld werden unter Verwertung der neuen englischen und amerikanischen Arbeiten behandelt, wobei neben der Frage der theoretischen Durchdringung und Vorausberechnung dieser Erscheinungen die praktische Anwendung auf die Probleme der Stranderosion und der Wellenwirkung auf Küstenbauten im Vordergrund steht.

Um 09 Uhr eröffnete der 1. Vorsitzende der Deutschen Geophysikalischen Gesellschaft, Prof. Dr. W. Hiller (Stuttgart) die geophysikalischen Fachsitzungen mit einer Ansprache.

### **1. Fachsitzung der Geophysiker**

(Vormittags)

#### **A. Willer (Hamburg): Vergleichende hydrographische Untersuchungen in Strandseen.**

Die deutsche Ostseeküste ist von einem Kranz von Strandseen begleitet, von denen jeder einzelne seine hydrographischen und biologischen Eigentümlichkeiten besitzt. Sie sind abhängig von dem Zustrom von Meereswasser und Süßwasser. Vom reinen Süßwassersee bis zum See mit reiner Ostseewasserfüllung gibt es alle Übergänge. Im allgemeinen jedoch ist das Charakteristikum für die baltischen Strandseen ein schneller örtlicher und zeitlicher Wechsel in der Höhe des Salzgehaltes in dem einzelnen See. Beide sind abhängig von dem Wechsel von Einstrom und Ausstrom bzw. bei durch Strandwälle völlig abgeschlossenen Seen von der Überspülung dieser Dämme. Nicht allein die Stärke der Verbrackung bestimmt die Fauna und Flora in ihrer Zusammensetzung, sondern vielleicht in noch stärkerem Maße der schnelle zeitliche Wechsel derselben. Marine Formen, die in der östlichen Ostsee bei einem relativ geringen Salzgehalt noch reichlich vorkommen, fehlen in Strandseen mit relativ hohem Salzgehalt, auch wenn sie vor deren Ausmündung in der Ostsee leben. Durch Einstrom und durch Überspülung in die Strandseen verfrachtete Fucaceen und andere Meeresalgen gehen an der plötzlichen Änderung des Salzgehaltes zu Grunde. Sie bilden dort, wo sie zur Ablagerung kommen, „Todeszonen“ mit starker Sauerstoffzehrung und Schwefelwasserstoffbildung. Letztere gibt Veranlassung von Beggiatoa-Streifen am Uferstrand. Andererseits wirkt der Zerfall dieser großen Mengen organischer Substanz düngend auf den Seeboden, was zu einer enormen Steigerung der Bodenbesiedlung mit Tieren führt. Produktionsbiologisch gesehen sind daher Strandseen zumeist besonders wertvolle Gewässer. Der Zerfall der Brauntange wirkt sich auf den optischen Zustand der Gewässer aus, indem die frei werdenden Farbstoffe eine Verfärbung des Wassers nach der braunen Seite hin bedingen. Mit photometrischen Methoden läßt sich gegenüber dem Meerwasser und dem Südwasser eine Zunahme der Rotstrahlung im Wasser feststellen.

#### **W. Hansen (Hamburg): Neuere Untersuchungen über Meeresströmungen.**

Vergleichende Betrachtungen über Trift- und Gradientstrom, dynamisches Verfahren und Ekman'sche Triftstromtheorie. Ermittlung der wind-erzeugten Strömungen in den Meeren. Beispiele zur Anwendung des Verfahrens. Die Feinstruktur der Strömungen nach Beobachtungen am Golfstrom: Scharf ausgeprägte seitliche Begrenzung und Auffächerung in einzelne Arme, die gleichfalls scharf ausgeprägte Ränder besitzen. Erläuterung dieser Erscheinungen an Hand einfacher Strömungsbilder, die erhalten werden unter Berücksichtigung der Breitenabhängigkeit der Coriolis-Kraft und der Vertikalkomponente der Stromgeschwindigkeit.



**J. Joseph (Hamburg):** Charakterisierung der Wasserkörper.

**K. Kalle (Hamburg):** Einfluß des englischen Küstenwassers auf den Chemismus der Wasserkörper.

In dem Gebiet der südlichen Nordsee, den Hoofden, befinden sich vier verschiedene Wasserarten: nördliches atlantisches Wasser aus der nördlichen und mittleren Nordsee, südliches atlantisches Wasser aus dem engl. Kanal, Festlandsküstenwasser und engl. Küstenwasser. Von besonderem Interesse ist das engl. Küstenwasser, da dies einmal den größten Raum in den Hoofden einnimmt und zum anderen von der Themse her stark mit biologisch wirksamen Nährstoffen angereichert wird. Überschlagsmäßige Berechnungen und Messungen des Phosphorgehaltes der Themse deuten darauf hin, daß die Quelle dieser Nährstoffmengen in den Abwässern des Londoner Drainage-Systems zu suchen ist. Die Erhöhung des Fischereiertrages in den Hoofden, der gegenüber der restlichen Nordsee und dem Gebiet des engl. Kanals auf etwa das Doppelte erhöht ist, wird hierauf zurückgeführt.

**G. Dietrich (Hamburg):** Vorgänge bei der Umgestaltung der Wasserkörper.

Es wird über einige Ergebnisse der Untersuchungen, die im Frühjahr 1952 mit dem Forschungsschiff Gauß des Dt. Hydrographischen Instituts im Rahmen internationaler Zusammenarbeit in der südlichen Nordsee stattfanden, berichtet. Dieses Seegebiet ist hydrographisch als Mischungsgebiet vier verschiedener Wassermassen gekennzeichnet: des atlantischen Wassers aus der nördlichen Nordsee, des atlantischen Wassers aus dem englischen Kanal, des Festlandküstenwassers und des englischen Küstenwassers. Die Wassermassen unterscheiden sich je nach ihren Herkunftsgebieten in ihren physikalischen und chemischen Eigenschaften. Unter diesen erwies sich die Trübung (Extinktion) als besonders geeignet zur schnellen Charakterisierung der Wassermassen und Feststellung ihrer räumlichen Verteilung. Die Methode kontinuierlicher Trübungsregistrierungen vom fahrenden Schiff aus und die Meßergebnisse werden behandelt. Bedingt durch die Stromverhältnisse wird das englische Küstenwasser im Gegensatz zum Festlandsküstenwasser in die offene See hinausgeführt und ist durch seinen hohen Nährstoffgehalt, der durch die Themseabwässer verursacht wird, als künstliche Düngung biologisch besonders wirksam. Bevor die Wassermassen der südlichen Nordsee in die Deutsche Bucht eintreten, findet im Seegebiet nordwestlich von Texel eine kräftige Durchmischung statt, deren Mechanismus anhand von Beobachtungen des vertikalen Strom- und Dichteaufbaus an einer Ankerstation erläutert wird. In Bodennähe ergibt sich eine kräftige landwärts gerichtete Wasserbewegung. Dieses Ergebnis kann zur Erklärung des bisher unverständlichen Transportes von Fischbrut, Sand usw. herangezogen werden.

## 2. Fachsitzung der Geophysiker

(Nachmittags)

**H. Berg (Köln):** Zur Struktur des erdmagnetischen Störungscharakters.

Es wird das Ergebnis von Synchronisationsversuchen über den mittleren Verlauf der Werte  $K_1$  (Wingst 1944/46) in der Umgebung bestimmter  $K_1$ -Werte mitgeteilt. Dabei wurden die acht Dreistunden-Intervalle getrennt behandelt. Es ergab sich so eine genauere Struktur des erdmagnetischen Störungscharakters. Die Störung ist nicht einfach dem mittleren täglichen Gang der  $K_1$  aufgesetzt; es ist vielmehr auch die Amplitude des täglichen

Ganges vergrößert. Dazu kommt noch eine allgemeine Erhöhung des mittleren Störungsgrades.

**R. Lauterbach** (Leipzig): Zur Frage der Magnetisierung geologischer Körper.

Mittels besonders engmaschiger, „mikromagnetischer“ Untersuchung ausgewählter Testflächen sind magnetische Gesteine wie auch sedimentäre Schichtfolgen untersucht worden. Dabei ergaben sich vielfach charakteristische Bilder nach Form und Intensität der Elementaranomalien, wodurch sich dieses Meßverfahren als wertvolles Hilfsmittel der geologischen Kartierung bei geringmächtiger Überdeckung bzw. Verwitterungsdecke vor allem dort bewährt hat, wo die üblichen lokalen geomagnetischen Messungen keine Indikation erbrachten. — Analoge Messungen über Porphyren ergaben eindeutige Beziehungen zur Richtung der Fließtexturen.

Tektonische Beanspruchung, die bei einzelnen Serpentinittkörpern im sächsischen Graulitgebirge mit hoher Wahrscheinlichkeit nachgewiesen wurde, erzeugt im „mikromagnetischen“ wie im lokalen Anomalienbild kräftige anomale Magnetisierung. Weit über 300 Lamprophyrgänge des Lausitzer Granitmassives wurden untersucht; sie sind fast alle normal magnetisiert. Lediglich ein Gangzug mit augenscheinlich hoher tektonischer Beanspruchung, die auch auf den benachbarten Granit übergreift, zeigt völlig anomale Magnetisierung.

**F. Haalck** (Berlin): Ein Universal-Torsions-Magnetometer für D, H und Z.

Es wird über ein neues Magnetometer (Hersteller Askania-Werke) berichtet, mit dem ohne Zusatzinstrumente die drei Komponenten D, H und Z des erdmagnetischen Feldes bestimmt werden können. Das Magnetsystem ist an horizontal gespannte Torsionsfäden aufgehängt und wiegt einschl. Systemspiegel weniger als 1 gr. Die jeweilige Lage des Magneten wird über dem Systemspiegel mittels eines Autokollimationsfernrohres abgelesen.

Zur Bestimmung der magnetischen Nord-Süd-Richtung müssen die beiden Stellungen am Horizontalkreis abgelesen werden, für die der Magnet bei etwa torsionslosen Fäden senkrecht steht. Die Mitte ist dann genau die magnetische Nord-Süd-Richtung.

Die Ermittlung von H erfolgt durch Bestimmung der Torsionswinkel, durch die der Magnet in der magnetischen Nord-Süd-Ebene senkrecht gehalten wird, wobei die Torsionsdrehachse einmal Ost-West und einmal West-Ost ausgerichtet wird.

Für die Bestimmung von Z bleibt die Torsionsdrehachse unverändert Nord-Süd ausgerichtet. In dieser Lage werden die Torsionswinkel bestimmt, durch die der Magnet mit Nordpol im Osten bzw. Nordpol im Westen horizontal gehalten wird.

**F. Werner** (Berlin): Die Temperaturkompensation bei Torsionsmagnetometern.

Askania ist es gelungen, dünne Fäden torsionssicher zu befestigen, und baut nunmehr verschiedene Torsionsmagnetometer (Horizontal- und Universal-torsionsmagnetometer sowie Variographen zur Messung des Erdmagnetischen Feldes). Die möglichen, zur Temperaturkompensation zu verwendenden Kombinationen werden diskutiert und die angewandten beschrieben.

**W. Menzel** (Darmstadt): Das neue Ursigramm für Europa.

Die Deutsche Bundespost und die Arbeitsgemeinschaft Ionosphäre einerseits und die französische Postverwaltung andererseits sind übereingekom-



men, die täglichen Ionosphärentelegramme der Arbeitsgemeinschaft Ionosphäre und die französischen Ursigramme in eine gemeinsame Sendung zusammenzufassen. Eine Zusammenfassung von täglichen Beobachtungsergebnissen der Sonne, der Ionosphäre, der Ultrastrahlung und des Erdmagnetismus aus Frankreich, Holland und Deutschland wird täglich in Telegraphie über die Sender der französischen Postverwaltung und in deutsch und englisch gesprochenem Text über einen Sender der Deutschen Bundespost verbreitet. Die Meldungen sind nach einem von den beteiligten Stellen in Paris ausgearbeiteten Code verschlüsselt, der von der Arbeitsgemeinschaft Ionosphäre, Darmstadt, Rheinstr. 110, bezogen werden kann.

Die Ursigramme enthalten folgende Meß- bzw. Beobachtungsergebnisse: (1) **Sonne**: Allgemeine Aktivität, Sonnenfleckenzahl, Positionen und Eigenschaften von Flecken und Fackeln, Eruptionen. (2) **Korona**: Helligkeit der Korona am Rande der Scheibe von 5 zu 5 Grad für verschiedene Spektrallinien. (3) **Ultrastrahlung**: Auftreten von außergewöhnlichen relativ kurzzeitigen Erhöhungen oder Erniedrigungen. (4) **Ionosphäre**: Grenzfrequenzen der sporadischen E- und der F2-Schicht (Stundenwerte). (5) **Erdmagnetismus**: Dreistündige Bartels'sche Kennziffern, Tagescharakterzahl (von 0,1 — 2,0), mittlere Tagesunruhe, Zeitpunkt und Charakter von besonderen Erscheinungen. (6) **Ionosphärenstörungen**: Mögel-Dellinger-Effekte, Vermehrung von atmosphärischen Störungen auf Längstwellen, Ionosphärenstürme, außergewöhnliche Dämpfungerscheinungen. (7) **Radiofrequente Sonnenstrahlung**: Tagesmittelwerte der radiofrequenten Sonnenstrahlung auf mehreren Frequenzen, Zeitpunkte und Charaktere von plötzlichen Rauscheinbrüchen (bursts).

Es ist zu erwarten, daß die Forschung und die praktische Funktechnik durch das Vorhandensein dieser Tageswerte auf europäischer Basis erheblichen Nutzen für ihre Arbeiten haben werden. Die Deutsche Bundespost hat sich entschlossen, die Werte durch Sprechfunk zu verbreiten, um allen interessierten Stellen in Deutschland und Europa die Benutzung zu ermöglichen. (Die Sendungen finden werktags um 22.00 MEZ über den Sender DGD 62 Elmshorn auf der Frequenz von 4625 kHz statt).

#### **H. C. Freiesleben (Hamburg): Funkortung und Wellenausbreitung.**

Bericht über die funktechnischen Hilfsmittel der Navigation, die seit dem 2. Weltkrieg neben der Funkpeilung sich in der Handelsschifffahrt und Zivilluftfahrt eingebürgert haben, nämlich die Funkmeßverfahren (Radar), die Hyperbelverfahren Loran (Impulse auf 2 MHz-Wellen) und Decca (Phasenvergleich, Wellen 70 bis 130 kHz) und die Consolfunkfeuer (Elektrasonne, ca. 300 kHz), die mittels Interferenz bestimmte Richtungen kennzeichnen und sie durch Phasenverschiebung am Sender zeitlich ändern.

Bei allen Verfahren ist es wichtig, den Einfluß der Wellenausbreitung zu kennen. Beim Funkmeßverfahren vermag Sub- und Superrefraktion sich navigatorisch auszuwirken. Das Impulsverfahren benutzt Boden- und Raumwelle, baut sogar in bestimmten Kombinationen ganz auf der Raumwelle auf. Bei Decca bedeutet es stets eine Minderung der Genauigkeit, wenn die Raumwelle wirksam wird, lokale Änderungen der Ausbreitungsgeschwindigkeit sind gleichfalls wichtig. Bei Consol tritt Unsicherheit der Ortsbestimmung auf, wo Raum- und Bodenwelle gemeinsam beobachtet werden.

#### **H. K. Paetzold (Weissenau): Neuere Ergebnisse über die atmosphärische Ozonschicht.**

Das Beobachtungsmaterial über die vertikale Verteilung des atmosphärischen Ozons ist durch neue, bis ca. 30 km Höhe reichende Ballonaufstiege

in Albuquerque und Weissenau stark vermehrt worden. Außerdem liegen einzelne Messungen bis zu 60 km Höhe durch amerikanische  $V_2$ -Aufstiege vor. Ferner konnte die Ozonverteilung durch die neu entwickelte Methode der Mondfinsternisse [s. PHYS.VERHANDL. 2 (1951) S. 112, 141—142.] auch für äquatorische und höhere geogr. Breiten erfaßt werden, wobei bemerkenswert ist, daß die Ozonschicht durch einen schmalen grünen Saum längs der Kernschattengrenze auf dem verfinsterten Mond direkt visuell wahrnehmbar ist.

Die gemessenen Ozonverteilungen weisen eine sehr große Mannigfaltigkeit auf, aus der auf die einzelnen wirksamen Faktoren (photochemisches Gleichgewicht, Transportvorgänge in der Atmosphäre) geschlossen werden muß. Für die grundlegende photochemische Theorie sind die sie bestimmenden Faktoren (Intensitätsverteilung des Sonnenlichtes bei 2100 Å, Sauerstoffabsorption usw.) z. T. noch nicht genügend genau bekannt. Durch Vergleich mit der aus dem Beobachtungsmaterial folgenden mittleren Ozonverteilung oberhalb von 25 km Höhe in  $0^\circ, 45^\circ, 60^\circ$  geogr. Breite kann jedoch die photochemische Theorie geprüft und die sich aus ihr ergebende Ozonverteilung in einem verhältnismäßig engen Spielraum festgelegt werden.

Aus dem Beobachtungsmaterial folgt weiter, daß auch in Höhen um und oberhalb von 30 km Höhe die Ozonverteilung noch beträchtlichen Schwankungen unterworfen ist, sodaß die Mischungs- und Strömungsvorgänge in diesen Höhen bedeutender sein müssen als bisher angenommen wurde. Ferner treten im Frühjahr in mittleren und höheren Breiten unterhalb von 18 km Höhe beträchtliche, photochemisch nicht zu erklärende Ozonmengen auf, die aus polaren Breiten hinzugeführt werden. Der Betrag dieses advektiven Ozons nimmt mit der geogr. Breite stark ab, um am Äquator gleich Null zu sein und verschwindet in Höheren Breiten im Laufe des Sommers ebenfalls.

[Vgl. hierzu auch Paetzold, PHYS.VERHANDL. 3 (1952) S. 17—18.]

**G. Fanslau** (Niemeck): Über einige neuere Arbeiten am geomagnetischen Observatorium Potsdam-Niemeck.

## FREITAG, DER 29. AUGUST 1952

### 3. Fachsitzung der Geophysiker

(Vormittags)

**H. Martin** (Jena): Theorie der Aufzeichnung von Stößen durch elektrodynamische Erschütterungsmesser.

Es wird die Theorie der Aufzeichnung eines Stoßes der Form

$$x = C \cdot t^n \cdot \exp(-\lambda t) \quad (n = 1 \text{ bis } 3)$$

durch einen elektrodynamischen Erschütterungsmesser, also durch eine Verbindung zweier Schwingungssysteme mit beliebigen Konstanten, gegeben und die Berechnung der Konstanten der Differentialgleichungen abgeleitet. Zur Erläuterung dienen spezielle Beispiele mit entsprechender Berechnung der theoretischen Aufzeichnung. (Die Arbeit erscheint in „Gerlands Beiträgen zur Geophysik“.)



**H. Dörmann** (Göttingen): Neue Registrierungen mit dem Magnetband-Seismographen.

An einer Gegenüberstellung von Erdbebenregistrierungen, die in Göttingen mit den mechanisch registrierenden Instrumenten von Wiechert und mit einem Gerät gewonnen wurden, das die Bodenbewegung auf elektrischem Wege auf ein Magnettonband überträgt, wird gezeigt, daß dieses Gerät in der Lage ist, noch Bodenbewegungen nachzuweisen, die mit mechanisch registrierenden Instrumenten nicht mehr aufgezeichnet werden können. So können außer Nahbeben vor allem die Longitudinalwellen von schwachen Fernbeben noch erfaßt werden. Die Auswertung der Registrierungen ist vorläufig noch schwierig, da die Seismogramme ein ungewohntes Aussehen haben, was auf den abweichenden Frequenzgang und die hohe Vergrößerung des Gerätes zurückzuführen ist. Über die Wirkungsweise des Gerätes wurde auf der vorjährigen Tagung der Geophysikalischen Gesellschaft in Stuttgart berichtet.

**A. Joset** und **J.-J. Holtzscherer** (Paris): Seismische Eisdickenmessungen in Grönland und Island. (Vorgetragen von **P. Stahl**, Straßburg)

Die Hauptaufgabe der Inlands-Forschung war für die „Expéditions Polaires Françaises, Missions Paul-Emile Victor“ die seismische Bestimmung der Eisdicke in Grönland. Vorversuche am westlichen Eisrand (1949) ergaben 800–900 m Eis in Übereinstimmung mit den ersten Messungen (Alfr. Wegener - Exp. 1930–1931) und den gravimetrisch bestimmten Tiefen (J. Martin 1948). Im Sommer 1950 wurden 2000 km Profile mit über 100 Punkten, im Sommer 1951 5360 km mit 215 Punkten bestimmt, welche die südliche Hälfte Grönlands bedecken; 1952 wurde der nördlichste Teil bei 78°N in Angriff genommen. Die Ergebnisse lassen für die Südhälfte die Großformen des Untergrundes erkennen. Die mittlere Eismächtigkeit ist größer als bisher veranschlagt, das Gesamtvolumen des Inlandeises daher um 50–100 % größer zu nehmen.

Den Tiefenbestimmungen liegen zugrunde: 1. Höhenbestimmungen der Oberfläche, zum Teil Präzisionsnivellement  $\pm 1$  m (Querschnitt Grönlands um 70°N); 2. Eisdickenmessungen durch Reflexions-Verfahren mit meist scharfen Einsätzen, manchmal bis zu 3 Reflexionen. Die Laufzeiten wurden mehrmals an verschiedenen Stellen gemessen; je nach der Höhenlage [Eismächtigkeit und Temperatur (bis  $-30^\circ$ ) verschieden] wird  $V_p = 3800$  bis  $3950$  m/sec eingesetzt. An zwei bestimmten Stellen ergab zugleich die Refraktionsmethode 50 bis 100 m tiefere Werte; dieser Unterschied wäre einer Grenzschicht (Grundmoräne?) zuzuschreiben.

Die Franco-Isländische Vatnajökull-Expedition (März/April 1951) erbrachte die ersten Eisdickenmessungen in Island: 360 bis 1040 m, im allgemeinen 200 m mehr als erwartet. Der Untergrund dieses absterbenden Inlandeises liegt nicht höher als die eisfreie Umgebung. Vorläufige Ergebnisse in Island veröffentlicht [Z. JÖKULL, Reykjavik (1951) Nr. 1 (isländisch)].

(Der Leiter der seismischen Arbeiten in Grönland und Island, A. Joset, verunglückte tödlich in einer Spalte (Grönland, August 1951); sein Mitarbeiter und Nachfolger J.-J. Holtzscherer war im Sommer 1952 in Nordgrönland wieder tätig.)

**O. Förtsch** (München): Beiträge zur Ausbreitung elastischer Oberflächenwellen.

Die Theorie der Ausbreitung von Rayleigh-Wellen im geschichteten Untergrund wird für den Spezialfall, daß die elastischen Konstanten in der liegenden, zweiten Schicht unendlich groß sind, diskutiert. Dieser

zunächst unwahrscheinliche Spezialfall kommt, wie die Beobachtungen zeigen, sehr häufig vor. An einem Beobachtungsbeispiel kann gezeigt werden, daß sowohl die Oberflächenwellen bei Sprengungen wie die durch Maschinenschwingungen angeregten elastischen Wellen von dieser Natur sind. Mit Hilfe der besonderen Dispersionsverhältnisse lassen sich die beim An- und Auslaufen der Schwingmaschinen beobachteten unregelmäßigen Schwebungerscheinungen, sowie die am Ende von Seismogrammen von Sprengungen öfters auftretenden gedämpften Schwingungszüge, die bisher als Bodeneigenschwingungen gedeutet worden sind, erklären.

Aus den Absorptionsbeobachtungen an elastischen Wellen und Schwingungen ergibt sich, daß die Funktion, die in der Formel für die Ausbreitung der Wellen die Absorption berücksichtigt, die Gestalt

$$A(x) = \exp [-r(x - x_0)/\lambda_c]$$

haben muß.  $\lambda_c$  ist definiert durch den Quotienten Gruppengeschwindigkeit: Frequenz. Diese Absorptionsfunktion läßt sich nur dadurch erklären, daß bei den elastischen Verschiebungen gleitende Reibung auftritt. Der Absorptionskoeffizient ist dabei gleich zu setzen dem Reibungskoeffizienten. Als Kraft, mit der die aneinander vorbeigleitenden Flächen gegeneinander gedrückt werden, kommen nur die elastischen Spannungen in Betracht. Das obige Gesetz gilt für alle elastischen Wellenarten.  $r$  ist eine Materialkonstante.

**E. Müller** (Göttingen): Funkenphotographische Untersuchungen der Wellenausbreitung in Gesteinen.

Es wird über Versuche berichtet, die sich mit der Wellenausbreitung in Gesteinen befassen und die an bekannte Experimente von O. v. Schmidt, Schardin und Mitarb. anknüpfen. Die Untersuchungen verfolgen den Zweck, eine neue Methode zu erproben, mit der man die Ausbreitungsgeschwindigkeiten der longitudinalen und transversalen Wellen in Gesteinen und deren elastische Konstanten relativ einfach und zuverlässig bestimmen kann.

In einer mit Flüssigkeit gefüllten Küvette wird an der Oberfläche des zu untersuchenden Gesteins eine kleine Explosion mit Hilfe eines elektrischen Funkens erzeugt und die dadurch in der Umgebung der Probe auftretenden Kopfwellen unter Verwendung schlierenoptischer Hilfsmittel und eines zweiten Funkers photographisch fixiert. Aus den Winkeln, welche die Kopfwellen mit der ebenen Gesteinsoberfläche bilden, werden die Fortpflanzungsgeschwindigkeiten der Wellen im Gestein sowie dessen elastische Konstanten berechnet.

Die besonderen Vorteile dieses Verfahrens liegen darin, daß bereits kleinste Proben von nur wenigen Zentimetern Länge untersucht und sämtliche genannten Größen durch ein einziges Experiment bestimmt werden können. Zur Erläuterung werden eine Reihe von Aufnahmen gezeigt und die bisherigen Ergebnisse der z. Zt. ausgeführten Untersuchungen mitgeteilt.

**H. Linsser** (Hannover): Anwendungsmöglichkeiten transversaler Wellen in der angewandten Seismik.

**R. Tomaschek** (Southwell, England): Deformation der Erdkruste durch meteorologische Einflüsse und Gezeiten.

Es wird über die Ergebnisse zweijähriger Messungen mit Horizontalpendeln und einer kurzen Beobachtungsreihe mit gleichzeitigen Gravimetermessungen berichtet, die in 145 m Tiefe in einem Salzbergwerk in Winsford, Cheshire, unternommen wurden. Die Deformationen der Erdkruste wurden



berechnet. Es zeigt sich neben einer jährlichen Oszillation eine deutliche periodische Ungleichheit in der Gestörtheit der Jahreskurve. Die Störungen werden auf Spannungszustände in der Erdkruste zurückgeführt, die letzten Endes meteorologischen Ursprungs sind. Sie dürften mit der durch Quarzuhren festgestellten jahreszeitlichen Änderung der astronomischen Tageslänge zusammenhängen, indem die Änderung des Trägheitsmomentes der Erdkruste zu Spannungen gegenüber dem Erdinnern Anlaß gibt. Auf verwandte Periodizitäten in Erdbeben und in der Ergiebigkeit von Erdölquellen wird hingewiesen. Die Deformation der Erdkruste um die irische See erfolgt im wesentlichen elastisch; es ist aber ein gewisser Einfluß der regionalen tektonischen Struktur erkennbar. Die elastische Deformation durch die Meereszeiten läßt sich bis tief in den Kontinent hinein verfolgen; der tektonische Einfluß wird mit größerer Entfernung vom Ozean immer deutlicher erkennbar. In den durch Luftdruck hervorgerufenen Bodenbewegungen spielen elastische Deformationen in Winsford nur eine sekundäre Rolle. Es zeigt sich vorwiegend der Einfluß eines tektonischen Gebietes, das von Grönland bis zum Kontinent reicht. Es existiert eine Bewegungsbeschränkung dieses Blockes, die Neigung in NW-SO Richtung begünstigt, und wahrscheinlich ihren Grund in einer vorwiegenden Längserstreckung des Blockes von SW nach NO hat.

#### 4. Fachsitzung der Geophysiker

(Nachmittags)

**A. Graf** (München): Barometrische Höhenmessungen auf der Zugspitze.

**F. Haalck** (Berlin): Die Genauigkeit eines modernen Gravimeters.

Es wird über instrumentelle Besonderheiten und Meßergebnisse eines modernen Gravimeters (Askania- Gravimeters Gs 9) berichtet. Da die hohe Genauigkeit von 0,01 mgal erreicht wird, spielt für Aufgaben der höheren Geodäsie die Genauigkeit des Skalenwertes eine große Rolle. Durch Anschlußmessungen an eine als richtig definierte Eichstrecke kann der Skalenwert auf 0,1 % bestimmt werden. Weiterhin wird eine Registrierung der zeitlichen Änderungen der Schwere gezeigt, die mit dem normalen Feldinstrument in Verbindung mit einer galvanometrischen Registriereinrichtung erzielt wurde.

**P. Stahl** (Straßburg): Neuere Erfahrungen mit Gravimetern in Grönland und Island.

Seit 1948 werden von den „Expéditions Polaires Françaises, Missions Paul-Emile Victor“ im Sommer in Grönland — und auf der Hin- und Rückreise in Schottland und Island — Messungen mit zwei „Western“-Gravimeter ausgeführt (Skalenbereich 785 und 1060 mgal, Ablesegenauigkeit ca. 0,1 mgal).

Herrn Jean Martin hat die Skalenwerte auf Eichstrecken in Frankreich, Temperatur- und Luftdruck-Korrektion genau bestimmt. Die eigene Drift ist nach 4 Jahren auf ungefähr Null herabgesunken. Die jetzigen Schlußfehler hängen bestimmt mit den Transportverhältnissen zusammen, nicht mehr mit der Streckenlänge. Bei Benutzung von Flugzeugen liegen sie am günstigsten (0,0 bis 0,2 mgal), von Raupenschleppern im schlechtesten Eis- oder Gebirgsgelände immer noch unter 1 mgal.

Ergebnisse, bezogen auf Paris-Observ.  $g = 980\,943,0$  in „milligal Congrès“ (Brüssel 1951):



Englische Stationen: im Mittel Übereinstimmung auf  $\pm 0,1$  mgal. Island: Übereinstimmung auf 0,5 u. 0,3 mgal mit Woollard (1948) in Reykjavik und Keflavik. In SW-Island 134 Punkte an Reykjavik angeschlossen. Schwerewerte und Bouguer-Anomalien (mit Karte) durch die Bearbeiter veröffentlicht [Societas Scientiarum Islandica, Reykjavik 1951]. Grönland: SW-Küste, in 3 gemeinsamen Stationen g-Werte ca. 3 mgal höher als Nörgaard. Ost-Küste seit August 1952 Station Zakenberg im Jounq Sund ( $72^{\circ}27,8' \text{ N}, 20^{\circ}39,3' \text{ W}$ , + 2,5 m)  $g = 982\,827,2 \pm 0,5$ . Auf dem Inlandeis erstes Tiefenprofil in der Randzone (40 bis 720 m Eis) durch J. Martin 1948; erster Querschnitt des Inlandeises (800 km, 100 Punkte) von Quervain's Bay bis Cecilia Nunatak (Gletscherland) durch F. Munck 1950: Eisdicken über 3000 m im Zentralgebiet, auf  $\pm 100$  m übereinstimmend mit gleichzeitigen Reflexions-Messungen. Mit 1951 zusammen 1600 km Profile auf  $\pm 2$  mgal an die Küstenstation angeschlossen. Bearbeitung im Gange.

Erd-Tiden wurden erstmals 1950 und 1951 in Grönland (W- u. O-Küste, Inlandeis) und Island 50 bis 72 Stunden lang beobachtet. Vorläufige Auswertung bestätigt den Faktor 1,2.

**O. Rosenbach** (Bonn): Ein Verfahren zur Berechnung des Horizontalgradienten aus Schwerewerten.

Die heutigen genauen Gravimetermessungen gestatten die Berechnung des Horizontalgradienten der Störschwere aus den Bouguer-Anomalien, wenn ein hinreichend dichtes Netz von Stationen vermessen worden ist. Auf Grund von Reihenentwicklungen lassen sich leicht Näherungsformeln verschiedener Genauigkeitsgrade ableiten.

Die Herleitung einer solchen Formel wird skizziert, die Ergebnisse ihrer Anwendung auf synthetische und praktische Beispiele werden vorgelegt.

**A. Schleusener** (Hannover): Radius der sphärischen Bouguer-Platte bei Benutzung des üblichen ebenen Bouguer-Faktors 0,0419 mgal/m.

Die Genauigkeit der Schweremessungen wurde durch die von der Industrie entwickelten feldfähigen Gravimeter im Laufe von 20 Jahren um das Hundertfache gegenüber den Pendelmessungen erhöht, die Leistung auf das 50fache gesteigert. Die zugehörigen genaueren Höhenmessungen ( $\pm 3$  bis 10 cm) sind heute teurer als die Gravimetermessungen. Von den erforderlichen Reduktionen wird die Berechnung der Bouguer-Platte überprüft, welche seit über 100 Jahren als ebene, unendliche Platte mit konstantem Faktor gerechnet wird, obwohl die Platte sphärisch ist und der Bouguer-Faktor sich mit Mächtigkeit und Plattenradius erheblich ändert.

An Hand von Diagrammen der Wirkung sphärischer Platten wird gezeigt, daß in sehr großen Gebirgen und auf kontinentalen Hochebenen Fehler von  $-10$  bis  $-50$  mgal durch ebene Rechnung entstehen können. Der Praktiker (Lagerstättegeophysiker) kann trotzdem mit ebenen Bouguer-Faktor weiter rechnen, denn dieser Fehler ist für alle Stationen eines normalen Meßgebietes gleich groß. Selbst über große Gebiete ändert sich der Fehler nur langsam und stetig und bewirkt nur eine Niveauverschiebung. Ein Fehler für die Deutung entsteht trotz der heutigen hohen Meßgenauigkeit nicht.

In der großen Geophysik liegen die Verhältnisse ungünstiger. Bei Isostasiefragen, Berechnung der Geoidform usw. spielt gerade das Schwerkenniveau eine Rolle. Deshalb werden isostatische Reduktionen sphärisch gerechnet.



**A. Schleusener** (Hannover): Abgrenzung des größten zu reduzierenden Ringes bei der Geländeverbesserung für Gravimetermessungen der Praxis.

Geländeverbesserungen sind ein Teil der Bouguer-Verbesserung. Die üblicherweise unendlich gerechnete Bouguer-Platte wird durch den ebenen Bouguer-Faktor nur bis etwa 50 km reduziert, weil sie in der Natur sphärisch ist. Es liegt deshalb nahe, auch das Gelände nur bis 50 km zu reduzieren. An Beispielen aus den Alpen wird gezeigt, daß tatsächlich die Geländeverbesserung selbst im Hochgebirge nur bis höchstens 50 km durchgeführt zu werden braucht. Schon die Ringe 20 bis 30 km und 30 bis 50 km haben an allen Punkten etwa den gleichen Wert von unter 0,2 mgal und ändern sich nur stetig. Selbst das Zugspitzenmassiv ist nur bis zu dem Ring 10 bis 20 km deutlich bemerkbar. Für isostatische Reduktionen gelten die Überlegungen nicht.

**H. Closs, J. de Caley** und **H.-J. Dürbaum** (Hannover): Zur Berücksichtigung der Brechung in der Reflexionsseismik (Vorgetragen von H.-J. Dürbaum).

Die Verbesserung der Methoden zur Auswertung reflexionsseismischer Messungen unter Berücksichtigung der Brechung ist ein vordringliches Problem. Dieses wird unter der Voraussetzung, daß man in der untersuchten Gegend mit einer Folge von Schichten mit praktisch konstanten Schichtgeschwindigkeiten rechnen darf, gelöst. Es werden zwei Formeln angegeben, die im Falle zweier Schichten die genaue Konstruktion der Schichtgrenzen gestattet. Die eine dieser Formeln erlaubt sofort eine Verallgemeinerung auf den Fall beliebig vieler Schichten. Diese allgemeine Formel gibt den Winkel gegen die Vertikale an, unter dem der an der n-ten Schichtgrenze in sich reflektierte Strahl am Schußpunkt einfallen muß, sodaß sich mit ihrer Hilfe die Schichten nacheinander konstruieren lassen. Die Grundidee, welche die einfache Lösung des Problems ermöglicht, ist, stets die Ergebnisse zweier benachbarter Schußpunkte zu verwenden (die Verbindungslinie soll senkrecht zur Richtung des Streichens der Schichten liegen) und so die Lage der Schichten aus den Laufzeitdifferenzen zu ermitteln.

(Redaktionsschluß am 6. Oktober 1952)